

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах

УДК 614.841.42.026.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Евдокимова Марина Ильинична		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А. И.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков А.Г.	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н.		

Томск – 2018 г.

**Результаты обучения образовательной программы по направлению
20.04.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) ¹ , Критерий 5 АИОР ² (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей в условиях <i>неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

² Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	уровня безопасности	
P5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка</i>	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.04.01 Техносферная безопасность
_____ В.А. Перминов
05.02.2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

	ФИО
гр. 1ЕМ61	Евдокимовой Марине Ильиничне

Тема работы:

Разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.2018, № 616/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Целью работы является разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах. Объектом исследования являются лесные природные ландшафты.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Факторы лесообразования. 2. Пирологическая классификация лесов Сибири. 3. Климатические параметры Томской области. 4. Показатели пожаровзрывоопасности. 5. Проведение экспериментальных исследований. 6. Мероприятия по снижению пожарного риска в природных ландшафтах.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП Данков Артем Георгиевич, к.и.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ОКД ИШНКБ ТПУ Амелькович Юлия Александровна, к.т.н.</p>
<p>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</p>	<p>Старший преподаватель ОИЯ ШБИП ТПУ Щеголихина Юлия Викторовна, к.ф.н.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>1. Литературный обзор (1. Literaturübersicht)</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		05.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
гр. 1ЕМ61	Евдокимова Марина Ильинична		05.02.2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Уровень образования магистратура
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.18
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2018 г.	Введение, постановка цели и задач	10
26.03.2018 г.	Обзор литературы	20
09.04.2018 г.	Проведение экспериментальных исследований	25
23.04.2018 г.	Обобщение информации, согласование полученных данных с руководителем	15
07.05.2018 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
21.05.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		05.02.2018

Согласовано:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н.		05.02.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНИНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ61	Евдокимовой Марине Ильиничне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистр	Направление/ специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностраннных научных публикациях, аналитических материалах, нормативно-правовых документах
Нормы и нормативы расходования ресурсов	
2. Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, конкурентоспособность
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Опрежесление ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. График проведения НИ
4. Материальные затраты
5. Расчет основной заработной платы
6. Отчисления во внебюджетные фонды
7. Бюджет НИИ

Дата выдачи задания по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Евдокимова Марина Ильинична		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ61	Евдокимовой Марине Ильиничне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.

Объектом исследования является методология определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.
Возможны следующие проявления:

- проявления вредных факторов производственной среды (освещение, микроклимат);
- проявления опасных факторов производственной среды (электрической и пожарной природы);
- негативные воздействия на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);
- чрезвычайные ситуации (техногенного характера).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

- электробезопасность
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Проанализировать выявленные вредные факторы:

- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью;
- средства защиты

Выявлены следующие вредные факторы:

1. Пониженная подвижность воздуха (менее 0,1 м/с).
2. Повышенная пульсация светового потока.
3. Умственное перенапряжение.

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны;
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

Проведен анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Правовые вопросы обеспечения безопасности согласно ТК РФ.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Юлия Александровна	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Евдокимова Марина Ильинична		

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 103 страницах, содержит 14 рисунков, 51 таблицу, имеет 32 источников, список публикаций.

Ключевые слова: методология, пожарный риск, очаг возгорания, природные ландшафты.

Объектом исследования является: лесные природные ландшафты.

Целью работы является разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.

В процессе исследования проводился аналитический обзор информации, также ставились эксперименты по определению температуры самовозгорания.

В результате исследования была изучена последовательность возникновения пожара в лесу, проведены эксперименты по определению температуры самовозгорания и предложены мероприятия по защите.

Область применения МЧС.

Экономическая эффективность/значимость работы сокращение материального ущерба от пожаров в природных ландшафтах.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

1. Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

пламя: видимая зона горения, в которой наблюдаются свечение и излучение тепла.

разогрев: нагрев участка древесины наружным источником тепла до температуры воспламенения.

температура вспышки горючих газов: температура, при которой становится теоретически возможным процесс воспламенения и горения самой древесины.

воспламенение: начальная стадия горения, в течение которой энергия, подводимая к системе от внешнего источника, приводит к резкому ускорению термохимической реакции.

2. Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

3. Обозначения и сокращения

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

ЛГМ – лесные горючие материалы.

Содержание

Введение.....	13
Объект и методы исследования	14
1 Обзор литературы	15
1.1 Факторы лесообразования.....	15
1.2 Пирологическая классификация лесов Сибири	20
1.3 Климатические параметры Томской области	26
1.4 Показатели пожаровзрывоопасности.....	28
1.4.1 Температура воспламенения древесины	28
1.4.2 Горение древесины в естественных условиях	29
1.4.3 Вспышка пиролизных газов	30
1.4.4 Воспламенение	30
2 Экспериментальная часть.....	39
3 Мероприятия по снижению пожарного риска в природных ландшафтах	51
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	52
4.1 Предпроектный анализ	52
4.2 Инициация проекта	57
4.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	60
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	71
5 Социальная ответственность	75
5.1 Профессиональная социальная безопасность	75
5.2 Экологическая безопасность.....	82
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
Заключение	86
Список публикаций.....	87
Список использованной литературы.....	88
Приложение А. Раздел на немецком языке	92

Введение

Природные пожары в настоящее время являются настоящими стихийными бедствиями. Горят леса, восстановление которых занимает не один десяток лет, сгорают деревни, рушится жизнь людей.

При этом самовозгорание в природных ландшафтах является одной из причин возникновения пожаров, которые наносят материальный вред как социальным, так и производственным объектам, а также объектам инженерной и транспортной инфраструктуры.

Установление причин зажигания лесов с целью предупреждения чрезвычайной ситуации является актуальной проблемой.

Целью работы является разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.

Задачи:

- изучить классификацию типов лесов;
- определить виды и роль горючих материалов в лесу;
- рассмотреть климатические параметры теплого периода года Томской области;
- провести эксперименты по определению температуры самовозгорания лесной подстилки смешанного леса, состоящего из лиственного опада и опада хвойных пород;
- предложить мероприятия по снижению пожарного риска в природных ландшафтах.

Объект и методы исследования

Объектом исследования в работе выбран природный ландшафт Томской области.

В качестве методов исследования применялись: аналитический обзор информации, а также ставились эксперименты по определению температуры самовозгорания лесной подстилки смешанного леса, состоящего из лиственного опада и опада хвойных пород.

1 Обзор литературы

1.1 Факторы лесообразования

Лес является частью природного ландшафта, состоящий из деревьев, кустарников, напочвенного покрова, животных и микроорганизмов, при этом влияющих друг на друга и на внешнюю среду.

Перечень факторов лесообразования, определяющие внешний облик леса и происходящие в нем процессы:

- свойства древесных пород;
- климат, рельеф, почва;
- социальные явления в лесу;
- животный мир;
- антропогенный фактор;
- историко-геологические причины.

Климат распределяет продуктивность лесов на географические зоны, а почва – в пределах каждой из зон. Классификация лесов основывается на зависимости облика и продуктивности лесного фитоценоза от рельефа и почвы.

В насаждении выделяются части, которые образуют разные ярусы: древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров, внеярусная растительность. Насаждение может не иметь все перечисленные компоненты.

Древостой – главный компонент леса. Это сравнительно однородная совокупность деревьев.

Древостои отличаются:

- по составу пород. Древостой, состоящий из одной породы, называется чистым, а если из нескольких – смешанным. Преобладающая порода в насаждении – имеющая наибольший запас. Остальные породы считаются второстепенными.
- по полноте. Абсолютную полноту древостоя определяют по сумме площадей поперечных сечений (на высоте 1,3 м) всех древесных стволов на 1 га. Относительная полнота определяется соотношением полученной суммы

поперечных сечений с эталонным древостоем той же породы и имеющим ту же среднюю высоту.

- по густоте. Определяется количеством стволов деревьев на занимаемую площадь.
- по происхождению: семенные или вегетативные.

Бонитет характеризует производительность условий местопроизрастания для данной древесной породы. Класс бонитета определяют по специальным таблицам, параметрами в которых служат порода, ее происхождение, высота и возраст (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Распределение по классам бонитета

Возраст, лет	Классы бонитета						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
Средняя высота, м							
10	6—5	5—4	4—3	3—2	2—1	—	—
20	12—10	9—8	7—6	6—5	4—3	2	1
30	16—14	13—12	11—10	9—8	7—6	5—4	3—2
40	20—18	17—15	14—13	12—10	9—8	7—5	4—3
50	24—21	20—18	17—15	14—12	11—9	8—6	5—4
60	28—24	23—20	19—17	16—14	13—11	10—8	7—5
70	30—26	25—22	21—19	18—16	15—12	11—9	8—6
80	32—28	27—24	23—21	20—17	16—14	13—11	10—7
90	34—30	29—26	25—23	22—19	18—15	14—12	11—8
100	35—31	30—27	26—24	23—20	19—16	15—13	12—9

Древостой оказывает наибольшее влияние на лесорастительную среду.

Также в лесу выделяется **подрост** – это молодое поколение древесных растений, которые способны сформировать древостой. Подрост, как и древостой, может быть семенного и вегетативного происхождения.

Главными показателями при оценке естественного возобновления леса являются: жизнеспособность, густота, высота подроста, его равномерное или куртинное размещение. Появлению и сохранению подроста главных пород уделяют большое внимание при проведении лесохозяйственных мероприятий.

Следующим ярусом является **подлесок** – кустарники, реже древесные растения, произрастающие под пологом древостоя и неспособные образовать древостой. Подлесок состоит из теневыносливых видов.

Подлесок оказывает положительное влияние на плодородие почвы, микроклимат леса. Подлесок притеняет почву, защищает ее от задержания. Лишь при большой густоте подлесок может препятствовать возобновлению леса, создавая тень, перехватывая питательные вещества почвы, что задерживает рост самосева и подроста.

Живой напочвенный покров (ЖНП) – совокупность мхов, лишайников, кустарничков, травянистых растений и полукустарников, покрывающих почву под пологом леса, на вырубках и гарях.

Он определяет условия прорастания семян, развития всходов древесных растений, во многом определяет микроклимат лесной подстилки и верхних горизонтов почвы.

К внеярусной растительности относятся водоросли, грибы-паразиты, мхи, лишайники, которые в основном поселяются на стволах деревьев.

Распределение лесной фитомассы

Фитомасса представляет собой организмы растительного происхождения, на которую приходится 99% всей биомассы леса. Во взрослом лесу преобладающая часть живой фитомассы приходится на древостой (до 95 % по массе). На остальные компоненты леса остается около 5 %. [1]

Классификация типов леса

Природа позаботилась о многообразии лесов, из-за этого существует множество различных классификаций типов леса. При этом, для того, чтобы была возможность организовать лесное хозяйство, необходимо выделить, сгруппировав, как можно меньше типов леса, так как при большом их количестве разница в хозяйственных мероприятиях становится неотличима.

По классификации типов леса выделяется 6 групп:

1. сухие типы леса (лишайниковый, вересковый);

2. мшистые типы леса (брусничный, ягодниковый, кисличный);
3. сложные типы леса (липняковый, лещиновый, дубняковый);
4. долгомошная (тип леса долгомошный);
5. влажные травяные типы леса (травяной, приручьевый);
6. сфагновая.[2]

По имеющимся картам лесной растительности можно определить тип леса и преобладающие породы.

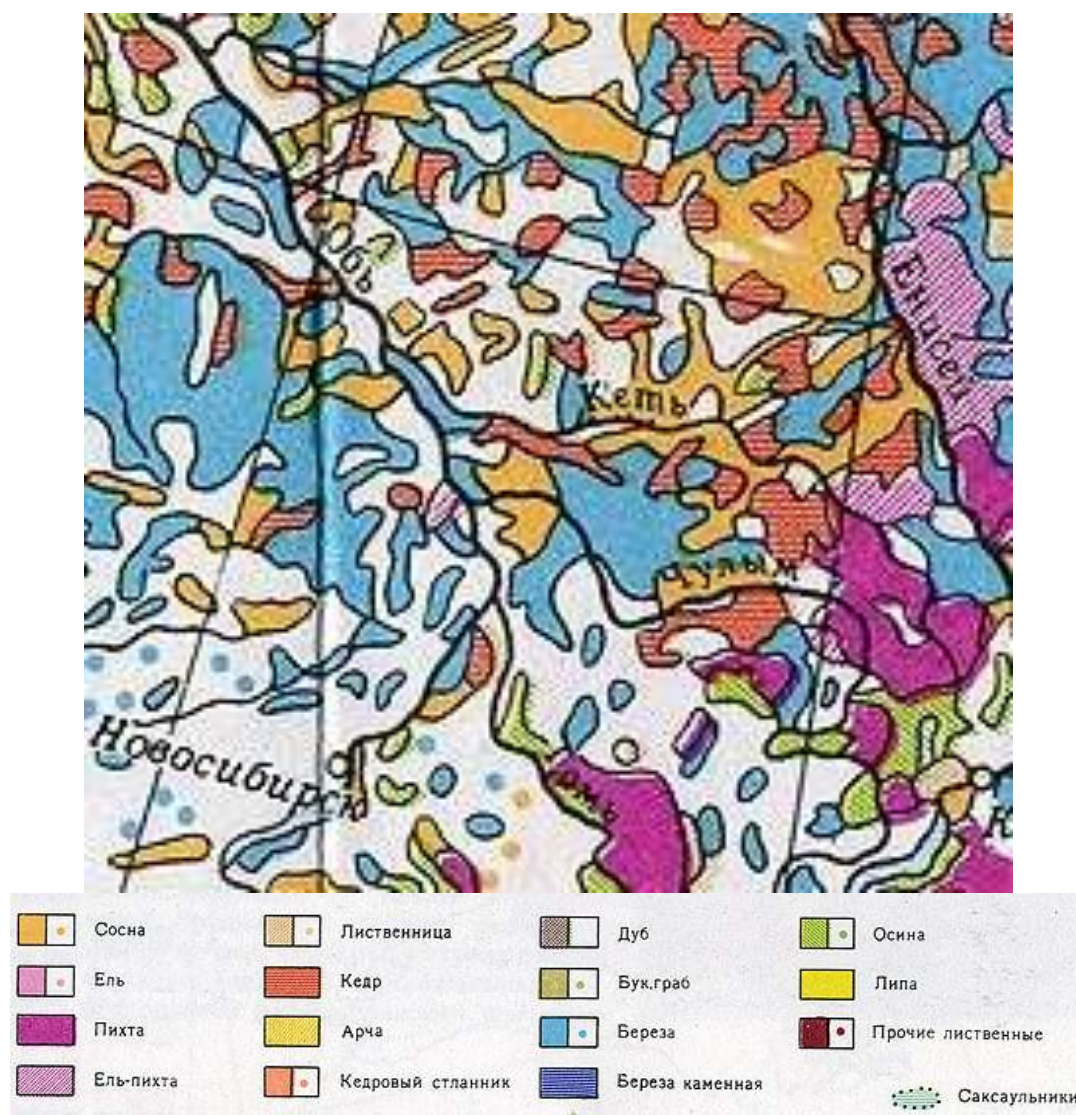


Рисунок 1.1 – Преобладающие породы леса Томской области

В Томской области выделяются преобладающие березовые, сосновые, кедровые и пихтовые леса.[3]

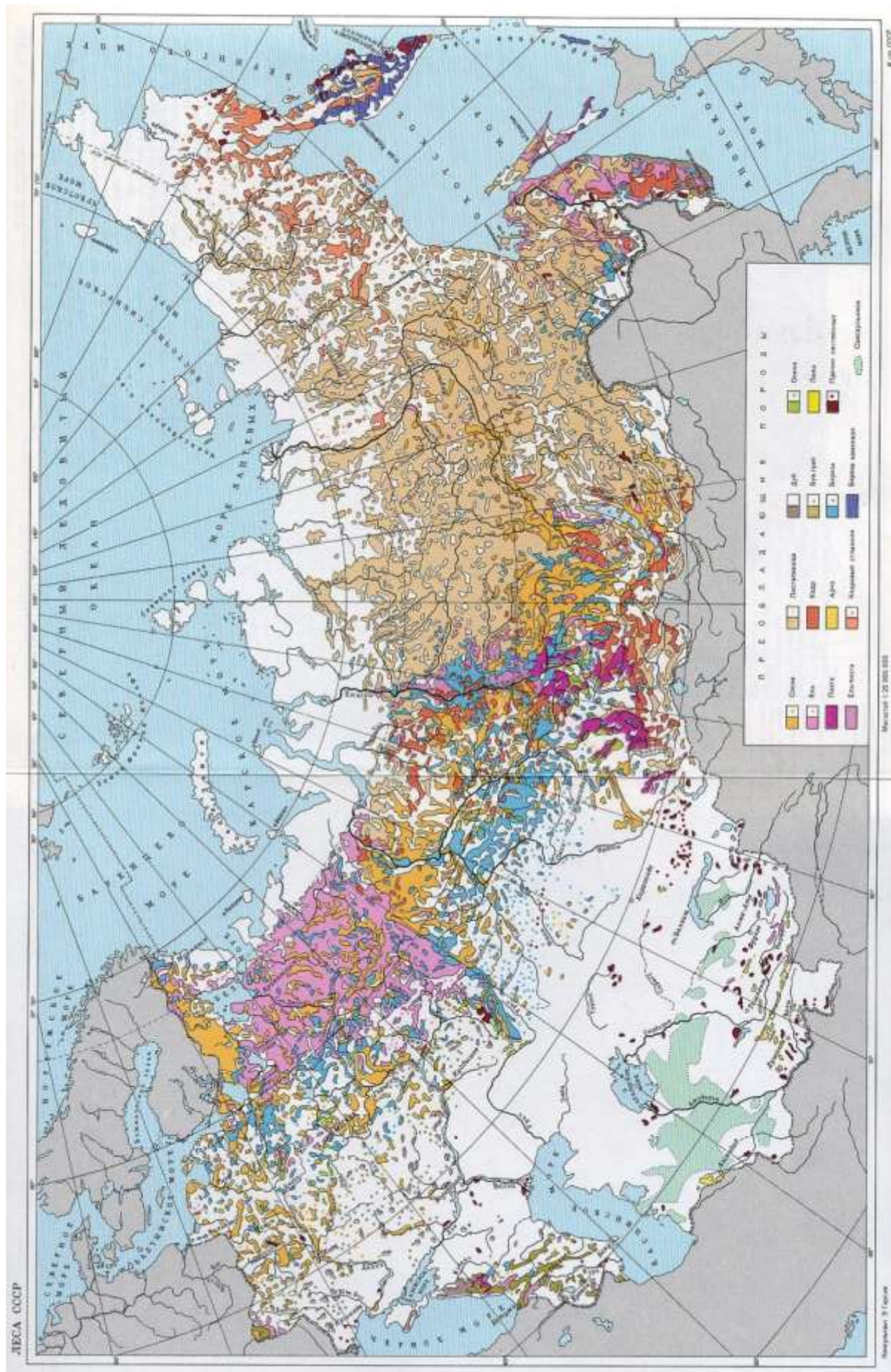


Рисунок 1.2 – Преобладающие породы леса России

1.2 Пирологическая классификация лесов Сибири

Процесс выделения участков леса, на которых пожары могут вызвать отрицательные экологические процессы, должен быть систематизирован.

Пирологическая классификация лесов осуществляется через пирологическую оценку характеристик лесов и выделение на этой основе классов, типов, моделей.

Пирологическая классификация лесов позволяет выделять территориальные учетные единицы, определяющих однородность пирологических свойств и последствий.

Необходимо классифицировать лесные горючие материалы, что является субстратом первоначального загорания, что поддерживает горение, а что сопротивляется ему.

Классификация лесных горючих материалов (ЛГМ) представлена в таблицах 1.2-1.5 .[4]

Таблица 1.2 – ЛГМ первоначального загорания

Наименование	Период пожарной опасности	Вид пожара	Факторы увеличения интенсивности пожара
Усохший травяной напочвенный покров	Весна, осень	Напочвенный	Увеличение запасов и снижение влажностного содержания
Напочвенный покров из зеленых мхов	Лето – осень	Напочвенный	Увеличение запасов
Долгомошно-сфагновый напочвенный покров	Лето – осень	Торфяной	Снижение влажностного содержания
Напочвенный покров из лишайников, злаков и вейника Опад хвойных, лиственных пород. Опавшие ветви	Весна – осень	Напочвенный	Увеличение запасов и снижение влажностного содержания

Таблица 1.3 – ЛГМ поддержания и распространения пожара

Наименование	Вид пожара	Факторы увеличения интенсивности пожара
Слой задержания	Беспламенное горение	
Лесная подстилка	Беспламенное и пламенное горение. Напочвенный пожар	Увеличение запасов
Шишки хвойных пород, кора деревьев	Беспламенное и пламенное горение. Напочвенный пожар	Увеличение запасов
Опавшие ветви Опавшие сучья Валежины и сучья Пни	Напочвенный пожар	Увеличение размеров приводит к увеличению длительности горения
Кроны деревьев хвойных пород (кроме лиственницы)	Верховой пожар	Увеличение запасов. Снижение скорости пожарного созревания напочвенных горючих материалов

Таблица 1.4 – ЛГМ перехода из напочвенного пожара

Наименование	Вид пожара	Роль
Корни пней, сухостоя	Подстилочный, почвенный	Увеличение длительности беспламенного горения
Сухостой	Верховой	Увеличение запасов напочвенных горючих материалов. Увеличение захламленности
Кроны подроста, молодняка, подлеска хвойных пород (кроме лиственницы)	Верховой	Увеличение запасов напочвенных горючих материалов. Снижение скорости пожарного созревания напочвенных горючих материалов

Таблица 1.5 – ЛГМ с переходной ролью

Наименование	Снижение пожароопасности в летний период	Повышение пожароопасности весной – осенью
Зеленый напочвенный покров	Препятствование созреванию усохшего напочвенного покрова прошлых лет, распространению горения по напочвенному покрову, Увеличение влагосодержания слоя напочвенных горючих материалов	Переход в усохший травяной напочвенный покров
Кроны деревьев лиственных пород Кроны подроста, молодняка лиственных пород, лиственницы, подлеска	Снижение скорости пожарного созревания напочвенных горючих материалов	Увеличение скорости пожарного созревания напочвенных горючих материалов Увеличение их запасов

Таксационные характеристики участка лесного фонда формируют комплекс лесных горючих материалов, который определяется пирологическим типом леса.

Пирологический тип леса – совокупность участков, которая характеризуется общностью пирологических свойств, видов вероятных лесных пожаров, их последствий.

Последствия лесных пожаров оцениваются экологическим и экономическим ущербом. По нему планируются необходимый уровень затрат на охрану лесов, проведение мероприятий по предупреждению и тушению пожаров.

Процент площади лесных территорий с наличием ЛГМ на поверхности почвы, где низовой пожар может развиваться в другие формы, не так велик. В Сибири это около 8-15% площади.

Однако, несмотря на их меньшее количество, такие пожары являются более опасными и в большей степени нуждаются в оценке и учете. Для их оценки важную роль приобретают такие классификационные признаки, как происхождение, возраст, полнота, наличие хвойного подроста, молодняка.

На первом этапе систематизации лесные земли обобщают в **пирологические** группы, которые характеризуются отрицательными последствиями лесных пожаров:

- 1-я группа лесов характеризуется угрозой уничтожения всех элементов лесного биогеоценоза;
- 2-я группа лесов обобщает все насаждения, где имеется угроза уничтожения хвойного подроста;
- 3-я группа лесов характеризуется угрозой возникновения почвенных пожаров и включает насаждения на заторфованных почвах;
- 4-я группа лесов характеризуется опасностью возникновения низовых и почвенных пожаров, которые редко повреждают древостой, но уничтожают подрост, подлесок и почвенный покров;
- 5-я группа включает не покрытые лесом земли;
- 6-я группа включает участки лесов с отсутствием запасов почвенных горючих материалов.

Второй этап систематизации объединяет лесные участки по ценности, ранжирование по группам. В первую группу отнесены леса, способные погибнуть даже от почвенных пожаров. В нее же включают высокополнотные сосновые и темнохвойные насаждения старших возрастов. Также высока вероятность возникновения верховых пожаров, приводящие к гибели всех элементов биогеоценозов, из-за этого данные леса нуждаются в предупреждении возникновения в них пожаров.

Во вторую группу отнесены средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные высокополнотные лиственничные насаждения с пожароопасным подростом, некоторые хвойные леса с пожароопасным подростом. Пожар в таких лесах уничтожает хвойный подрост, который должен прийти на смену

древостою. Целесообразность предупреждения пожаров в этих лесах обусловлена сохранением хвойного подроста.

Третья группа объединяет леса с возможностью возникновения подземных пожаров, вызывающих в свою очередь гибель всех элементов лесного биогеоценоза. Отличительной чертой является длительность горения и сложность тушения.

В четвертую группу внесены насаждения, пожар в которых может перейти из напочвенного в валежный или подлесный и уничтожить напочвенный покров, подрост, подлесок, но при этом не вызывают угрозы возникновения верховых пожаров.

В пятую группу отнесены участки, не покрытые лесом, с возможностью возникновения напочвенного пожара.

В шестую группу отнесены участки, в которых возникновение низовых видов лесных пожаров в любой период пожароопасного сезона невозможно.

Такое распределение участков лесного фонда позволяет учесть, как и пирологические особенности, так и лесоводственные. При недостатке сил и средств очередность мероприятий по предупреждению и тушению пожаров определяется ценностью участка.

На третьем этапе систематизации формируется характеристика каждого пирологического типа леса. Формулировка должна соответствовать общепринятой терминологии. Формулирование пирологических типов леса в каждой группе типов леса осуществляется совмещением результатов систематизации на первом и втором этапах с учетом факторов, определяющих обособленность классифицируемых объектов. В качестве факторов используются: категория земель лесного фонда, возраст насаждения, преобладающая и сопутствующая древесные породы, полнота насаждения.

На основе вышеизложенных принципов в таблице 1.6 представлена классификация пирологических типов леса Сибири.

Распределение числа и площади пирологических типов леса позволит определить стратегию охраны лесов от пожаров, планировать виды, объемы и

местоположение конкретных мероприятий по предупреждению и тушению лесных пожаров. Схема классификации пирологических типов леса Сибири учитывает природную основу территории, позволяет осуществлять районирование лесов по картографическим данным.[5]

Таблица 1.6 – Пирологическая классификация лесов Сибири

Индекс	Характеристика пирологических типов
1.1	Несомкнувшиеся культуры хвойных пород
1.2	Сомкнувшиеся культуры хвойных пород, пожароопасные хвойные молодняки
1.3	Средневозрастные и перестойные сосновые насаждения и пожароопасным подростом
1.4	Средневозрастные и перестойные насаждения темнохвойных пород
1.5	Средневозрастные и перестойные сосновые насаждения
2.1	Средневозрастные и перестойные лиственничные насаждения с пожароопасным подростом
2.2	Средневозрастные и перестойные хвойные насаждения и пожароопасным подростом
2.3	Смешанные и лиственные насаждения с пожароопасным подростом
3.1	Торфяники и насаждения на заторфованных почвах
4.1	Средневозрастные и перестойные лиственничные насаждения
4.2	Средневозрастные и перестойные светлохвойные насаждения
4.3	Средневозрастные и перестойные темнохвойные насаждения
4.4	Смешанные и лиственные насаждения без пожароопасного подроста
5.1	Не покрытые лесом земли
6.1	Участки, в которых возникновение низовых пожаров невозможно

1.3 Климатические параметры Томской области

Климатические параметры теплого периода года Томской области: средняя максимальная температура воздуха колеблется в пределах от 22,7°С до 24,4°С. Абсолютно максимальная составляет 37 °С. Средняя месячная относительная влажность воздуха около 58%. Преимущественно северо-западное направление ветра.

Промежуток светового дня в Томской области равен в летнее время от 15 до 18 часов. Средняя температура в летние месяцы в дневное время равна 23–28 °С. Максимальные средние дневные температуры до 33,4 °С

Таблица 1.7 – Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность в г. Томск, МДж/м² (кВт×ч/м²)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Суммарная солнечная радиация	0,75	1,55	3,52	4,61	5,57	6,16	6,12	4,69	3,10	1,47	0,80	0,50

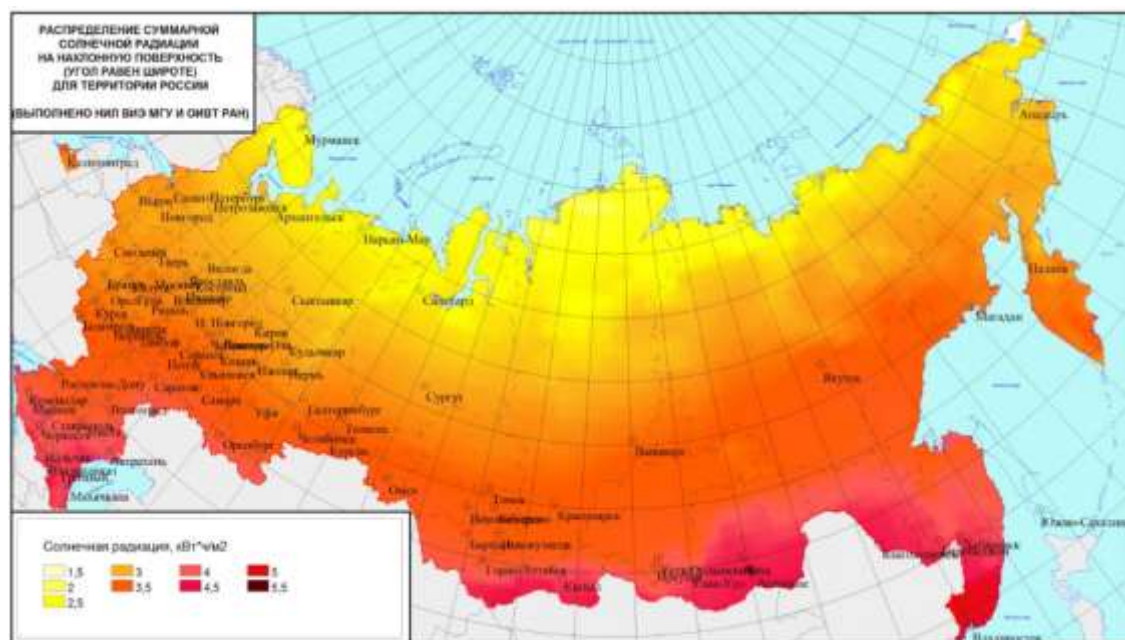


Рисунок 1.3 – Распределение солнечной инсоляции по территории РФ

Благоприятные события для самовозгорания будут связаны с температурой окружающей среды, продолжительностью дня и с отсутствием факторов влияющих на величину солнечной инсоляции (облачность, количество осадков, наличие тени).

Таблица 1.8 – Наиболее благоприятные дни для возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах Томской области за 2017 год

Дата	Температура, °С	Влажность, %	Скорость ветра, м/с
15 июня	+22	55	1
16 июня	+23	55	2
27 июля	+24	67	2
4 августа	+24	72	1
5 августа	+25	76	1

Данные о климатических факторах взяты исходя из статистических наблюдении Томского гидрометцентра Гидрометцентр России.[6]

1.4 Показатели пожаровзрывоопасности

1.4.1 Температура воспламенения древесины

Пламя – это видимая зона горения, в которой наблюдаются свечение и излучение тепла. Возникшее в результате воспламенения пламя само становится источником тепла и химически активных частиц в прилегающие слои свежей горючей смеси, за счет чего обеспечивается перемещение фронта пламени.

Образование пламени связано с газообразным состоянием вещества, поэтому и горение жидких и твердых веществ предполагает их переход в газообразную фазу.

При горении почти всех твердых материалов образование веществ, способных улетучиваться с поверхности материала, и попадание в область пламени происходит путем термического разложения (пиролиза).

Рассмотрим этот процесс подробнее на примере древесины. При нагревании до 110°C древесина высушивается и незначительно испаряется смола. Слабое разложение начинается при 130°C. Более заметное разложение древесины (изменение цвета) происходит при 150°C и выше. Образующиеся при 150-200°C продукты разложения составляют, в основном, воду и углекислый газ, поэтому гореть не могут.

При температуре выше 200°C начинает разлагаться главная составная часть древесины - клетчатка. Газы, образующиеся при этих температурах, являются горючими, так как они содержат значительное количество окиси углерода, водорода, углеводородов и паров других органических веществ. Когда концентрация этих продуктов в воздухе станет достаточной, при определенных условиях произойдет их воспламенение.[7]

Воспламенение древесины при наличии открытого пламени происходит при $t=250-300^{\circ}$, самовозгорание древесины при $t=350-400^{\circ}$. Процесс воспламенения и горения древесины можно разделить на три фазы: подготовку, пламенное горение и тление. Сначала древесина должна быть нагрета до температуры воспламенения; при этом начинается разложение ее с выделением

летучих составных частей. Затем наступает бурное выделение горючих газов, их воспламенение и выделение большого количества тепла (около 3000 ккал/кг). Процесс заканчивается тлением угля, для которого необходим приток воздуха извне, чему способствует пористость материала. Например, лиственные породы, имеющие крупные поры сосудов, хорошо тлеют, тогда как хвойные тлеют плохо. Устойчиво тлеют опилки.

Осина, лиственница, рябина, черемуха дают мало жару. Сухая хвоя дает много искр, от которых могут загореться близко расположенные деревья. Газ, который выделяют фруктовые деревья, особенно сливы и вишни при сгорании, содержит опасный для здоровья процент синильной кислоты.

Древесина боярышника исключительно высококалорийна и очень жарко горит.

Твердые породы дерева (дуб, сосна, береза и др.) дольше горят и дают больше жару.[8]

1.4.2 Горение древесины в естественных условиях

Горение древесины начинается с её разогрева.

Разогрев – это нагрев участка древесины наружным источником тепла до температуры воспламенения.

Наружным источником тепла может послужить, либо поднесенная спичка, либо соседний, уже горящий участок полена или щепки, либо нечто еще, способное греть и нагревать до требуемой нам температуры.

При прогреве участка древесины до температуры 120-150°C начинается медленное и постепенное обугливание с образованием самовоспламеняющегося на воздухе угля.

При прогреве участка древесины до температуры 250°C-350°C, начинается активное термическое разложение древесины на составляющие и на её поверхности появляется обугливающийся слой, который начинает тлеть (то есть гореть без пламени). При этом из обуглившегося слоя начинает выделяться белый (бурый) дым. Это конденсат (роса, туман), который выходит из пор

древесины в виде паров. Конденсат выходит сначала диффузионно, а затем и под напором (струями). Наличие дыма говорит о том, что началось термическое разложение древесины на газообразные составляющие.

1.4.3 Вспышка пиролизных газов

При дальнейшем нагреве разложение древесины на газообразные составляющие будет усиливаться, и произойдет вспышка (воспламенение) последних.

Вспышка состоит на границе с кромкой белого дыма и распространится на весь его объем, возникнет светло-жёлтое пламя.

Температура воспламенения, т. е. момент вспышки горючих газов для различных пород древесины колеблется в сравнительно небольших пределах - от 250 до 300°C.

Температура вспышки горючих газов – это температура, при которой становится теоретически возможным процесс воспламенения и горения самой древесины.

1.4.4 Воспламенение

Это начальная стадия горения, в течение которой энергия, подводимая к системе от внешнего источника, приводит к резкому ускорению термохимической реакции.

В естественных условиях воспламенение древесины наблюдается при температуре от 450 до 620°C.

Воспламеняемость древесины связана с ее объемным весом, влажностью, мощностью внешнего источника нагрева, формой сечения деревянного элемента, скоростью воздушного потока, положением элемента в тепловом потоке (горизонтальное, вертикальное) и т.п.

Решающее значение для процесса горения имеет теплоемкость материала. Легкая, пористая древесина ольхи или тополя воспламеняется быстрее, чем плотная (дуб и т. п.). Мокрая древесина труднее воспламеняется,

так как до воспламенения необходимо израсходовать дополнительное количество теплоты на испарение воды. Замедляющим фактором также является повышенная теплопроводность мокрой древесины; загоревшийся поверхностный слой ее скорее охлаждается. Круглые и массивные элементы горят хуже, чем с прямоугольным профилем и с малым сечением, с острыми ребрами и относительно развитой боковой поверхностью. Не струганная поверхность элементов, подобная рыхлой древесине, воспламеняется быстрее, чем гладкая.

Считается, что древесный уголь древесины разных пород самовоспламеняется на воздухе при 300-470°C, однако при очень длительном нагреве древесины в связи с возможностью образования ультрамелкой сажи на поверхности древесины (пирофорного угля) может наблюдаться самовоспламенение уже при 140°C. Так или иначе, европейские специалисты по пожаротушению, полагают, что самовоспламенение древесины возможно при 140°C. Что касается наших пожарных, то они полагают, что температуры самовоспламенения древесины превышают 320°C.[9]

Таблица 1.9 – Температуры обугливания/самовоспламенения дерева

Древесина	t, °C воспламенение	t, °C самовозгорание тлением	t, °C самовоспламенение
Ель	241	240	380
Сосна	255	250	350-400
Береза			300-350

В таблице ниже представлено поведение древесины при разных температурах.

Таблица 1.10 – Поведение древесины при разных температурах*:

Температура, °С	Происходящие процессы
105	Из древесины испаряется вода
130-150	<p>Удаляются остатки влаги</p> <p>При температуре 150°С происходит разложение нестойких соединений древесины, ее цвет становится желтым.</p> <p>Начинается самонагрев древесины. При создании условий, необходимых для накопления тепла, древесина самовозгорается (медленное и постепенное обугливание дерева, с образованием самовоспламеняющегося угля). Этот факт дает обоснование для проведения исследований зажигания древесины.</p>
170	Может самовозгореться при неизменном нагреве более 24 часов
200-230	<p>Разложение усиливается, начинаются процессы с выделением газов.</p> <p>Древесина становится коричневой с поверхностным обугливанием.</p> <p>Химический состав изменяется: увеличивается процент содержания в древесине углерода и уменьшение водорода и кислорода.</p> <p>Объем древесины остается постоянным, но уменьшается вес. Увеличивается пористость древесины, следовательно, увеличивается и ее поверхность соприкосновения с воздухом.</p> <p>При температурах 220-260°С в древесине образуется пирофорный уголь, способный сильно поглощать (адсорбировать) кислород, который окисляет образованный уголь, поднимая температуру таким образом, что этот уголь воспламеняется, и начинается горение дерева.</p>

Продолжение таблицы 1.10

Температура, °С	Происходящие процессы
270-280	<p>Начинается активное термическое разложение древесины на составляющие. На поверхности дерева появляется видимый обугливающийся слой, который тлеет (горит без пламени), из которого выделяется белый или бурый дым. Это конденсат (роса, туман), который выходит из пор древесины в виде газа (паров). Наличие дыма (конденсата) говорит о том, что древесина уже прогрета и начинается ее термическое разложение на газообразные продукты разложения с водяным паром.</p> <p>Стоит полагать, что происходят окислительные процессы в газовой фазе, что разогревает окружающую среду.</p> <p>Процесса горения еще не наступил. При прекращении нагрева возгорание не произойдет.</p> <p>При дальнейшем нагреве разложение древесины на газообразные составляющие будет усиливаться. Процесс термического разложения (пиролиз) пойдет вглубь древесной массы. Концентрация пиролизных газов в зоне разогрева достигнет критической отметки и произойдет их возгорание (вспышка). Вспышка состоится на границе с кромкой белого дыма и распространится на весь его объем. Возникнет светло-жёлтое пламя. Температура зоны разогрева может резко увеличиться за счет теплоты от сгорания пиролизных газов. Температура вспышки горючих пиролизных газов находится в пределах 250-300°С. Это температура, при которой становится теоретически возможным процесс воспламенения и горения самой древесины.</p>

Продолжение таблицы 1.10

Температура, °С	Происходящие процессы
450	<p>При дальнейшем разогреве древесины наступает ее воспламенение. Это является начальной стадией горения, в течение которой внешняя энергия приводит к резкому ускорению термохимической реакции. В естественных условиях воспламенение древесины наблюдается при температуре от 450 до 620°С.</p>
800-1000	<p>Температура горения дерева. Когда увеличиться толщина первичного обугленного слоя до 1-3 мм, а температура до 300-350°С для берёзы и 350-400°С для сосны, поверхность углей начнет самовоспламеняться в воздухе.</p> <p>Это означает, что угли на поверхности вступили в реакцию окисления $C + O_2 = CO_2$ с выделением энергии и нагревом поверхности углей до 1000-1200°С, в результате чего поверхность начинает светиться и «истлевать» (разрушаться). При этом возникает повышенный тепловой поток внутрь древесины (за счёт теплопроводности от горячей поверхности). За счёт разогрева начинается пиролиз глубинных слоев древесины.</p> <p>Пламенное горение переходит в беспламенное горение угля (тление) с температурой до 900°С.</p> <p>Если упомянутое выше условие соблюдается, то возникшее при вспышке пламя уже не затухает, а охватывает всю обугленную часть древесины. Это означает, что древесина воспламенилась, и процесс воспламенения перешел в процесс горения. Полено (щепка) при извлечении из очага горения, продолжит самостоятельно гореть на воздухе.</p>

Продолжение таблицы 1.10

Т, °С	Происходящие процессы
	<p>Гореть древесина начинает с тления. Воспламеняется обугленный слой, а не горючие газы. Процесс горения в естественных условиях состоит из двух фаз:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пламенное горение. Главным процессом является горение газообразных продуктов пиролиза, которые движутся наружу. 2. Тление. Главным процессом является горение твёрдых продуктов пиролиза (углей). При этом газообразные продукты медленно выделяются и движутся в толщу древесины, не воспламеняясь из-за малой концентрации паров, а при охлаждении конденсируются, давая обильный белый дым. <p>Обе фазы горения неразрывно взаимосвязаны и будут продолжаться до тех пор, пока в зоне горения будут соблюдаться три условия: наличие топлива, наличие кислорода и концентрация необходимой температуры. Если одно из этих условий не соблюдается, то пламя затухает и весь процесс воспламенения и горения, либо прекращается, либо повторяется с самого начала, в зависимости от наружного источника тепла.</p> <p>Режим разгорания называется кинетическим. Скорость реакции окисления очень быстро (экспоненциально) растёт с температурой, так что по мере разогрева поверхности растёт темп нагрева, и реакция идёт в разгон. Скорость выхода газообразных продуктов пиролиза становится столь большой, что они уже не успевают сгореть ни внутри, ни на поверхности обугленного слоя, выходят наружу и сгорают в виде пламени.[10]</p>

* Понятия температур воспламенения и самовоспламенения древесины весьма не определены и даже более условны, чем в случае жидкостей, поскольку при воспламенении древесины воздух взаимодействует сразу с тремя фазами: твёрдой, жидкой и газообразной

Таблица 1.11 – Температура самонагрева и самовозгорания некоторых материалов

Материал	$t_{\text{сн}}$	$t_{\text{своз}}$
Торф	65	210
Бурый уголь	55	145-245
Сено	75	198
Зеленые части растений	75	271
Хлопок	55	211
Опилки сосновые	75	225

Таблица 1.12 – Теплотворная способность свежесрубленных деревьев

Порода древесины	Сосна	Береза	Ель	Осина	Ольха	Ясень
Теплопроводная способность свежесрубленного дерева (влажность около 50%), кВт/м ³	1900	2371	1667	1835	1972	2550

Таблица 1.13 – Классификация основных древесных пород по огнестойкости

Порода	Индекс огнестойкости	Класс
Дуб, лиственница	4,0 – 4,5	Стойкие
Береза, ясень	2,0 – 3,5	Среднестойкие
Сосна, ель, осина, ольха	1,0 – 1,5	Нестойкие



Рисунок 1.4 – Температура воспламенения дерева в функции времени

Таблица 1.14 – Выход продуктов горения из сосны и березы

Продукты	Выход, %			
	Из сосны		Из березы	
	древесины	коры	древесины	коры
Уголь	37,90	45,20	33,0	37,40
Газы	18,20	19,80	15,3	18,50
Уксусная кислота	3,10	0,85	6,9	2,55
Метиловый спирт	0,85	0,31	1,6	0,69
Смола	7,00	8,40	6,3	14,90

Температуры воспламенения наиболее распространенных пород древесины даны в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Температуры воспламенения

Древесные породы	Температура воспламенения, °С
Дуб	270
Ольха	275
Бук	275
Сосна	270
Ель	290

В таблице 1.16 приведены теоретическая и практическая температуры горения различных пород древесины.[11]

Таблица 1.16 – Теоретическая и практическая температуры горения древесины

Древесные породы	Теоретическая температура горения, °С	Практическая температура горения, °С
Береза	1575	1069
Сосна	1605	1099
Ольха	1583	1177
Ель	1590	1080

2 Экспериментальная часть

Метод экспериментального определения температуры самовозгорания твердых веществ и материалов

В основе метода лежит ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.[12]

Эксперименты проводятся в диапазоне температур от 40 до 400°C и не применяются для испытания металлических порошков.

Описание прибора

Прибор представляет собой тепловую камеру с нагревательным элементом. С помощью реостата задается напряжение на нагревательном элементе, тем самым до определенной температуры нагревается воздух внутри камеры.

Образец исследуемого вещества размещается в контейнере, изготовленном из медного листа толщиной 5 мм, и помещается в тепловую камеру.

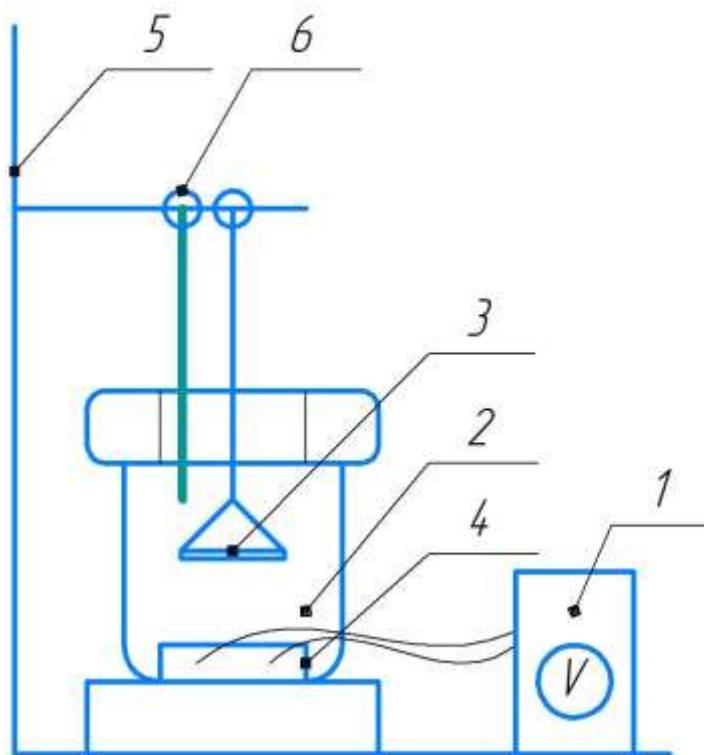


Рисунок 2.1 – Схема прибора

1 – вольтметр; 2 – тепловая камера; 3 – контейнер с образцом;
4 – нагревательный элемент; 5 – штатив; 6 – термопара

Проведение испытаний

Для испытаний готовят 10–12 образцов исследуемого вещества.

Нагревают рабочую камеру. После установления в рабочей камере необходимой температуры, определяемой по показаниям термоэлектрического преобразователя, извлекают из камеры прогретый контейнер, заполняют его образцом за время не более 20 секунд и ставят внутрь тепловой камеры.

Если исследуемое вещество самовозгорается в течение 20 минут, то следующее испытание проводят при меньшей температуре. В протоколе помечают самовозгорание. Если самовозгорание не наблюдается, в протоколе помечают отказ.

Таким образом, с шагом 10 °С определяют минимальную температуру, при которой образец самовозгорается.

Оценка результатов

Температурой самовоспламенения исследуемого вещества (материала) является минимальная температура, при которой наблюдается самовозгорание 3 образцов.

Условия и результаты испытаний заносятся в таблицу проведения экспериментов.

Требования безопасности

Прибор для определения температуры самовозгорания следует устанавливать в вытяжном шкафу. Рабочее место должно удовлетворять требованиям электробезопасности и санитарно-гигиеническим требованиям.

Проведение эксперимента

Первым веществом для эксперимента была выбрана измельченная в пыль березовая кора.

В первом эксперименте образец был помещен в не разогретую камеру. По мере нагревания камеры температура увеличилась до 200°С.

Эксперимент №1. Образец – пыль березовой коры. Дата проведения 4.05.2018 г.

Таблица 2.1 – Результаты эксперимента №1

Время	Температура в печи, °C	Описание процесса
12:32	22	Начало эксперимента. Образец помещен в печь
Идет нагрев образца до 200 °C, аромат летучих в лаборатории наблюдается при 120 °C		
12:42	192	Образец нагрелся
12:52	200	Тления не наблюдается
13:06	200	Поверхность насыпного слоя потемнела, тление не наблюдается
13:34	200	Поверхность образца стала еще более темной
Изменение цвета характеризует, что в образце идут окислительные процессы, но их интенсивность невелика.		
14:25		Эксперимент остановлен

В результате эксперимента самовозгорание не произошло. По истечению времени по цвету образца можно сделать вывод, что пыль березовой коры разложилась до углерода, самовозгорание невозможно.



Рисунок 2.2 – Пыль березовой коры после эксперимента

Эксперимент №2. Образец – пыль березовой коры. Дата проведения эксперимента 07.05.2018 г.

Во втором эксперименте также использовалась пыль березовой коры, опущенная в предварительно разогретую печь до 200°C.

Таблица 2.2 – Результаты эксперимента №2

Время	Температура в печи, °C	Напряжение, В	Описание процесса
11:20			Начало эксперимента.
11:22	200		Образец помещен в печь
11:27	190	175	В лаборатории появился аромат летучих
11:32	220		Эффекта тления нет. Поверхность насыпного слоя потемнела
11:37	227		Поверхность насыпного слоя становится более темной.
Повышаем напряжение до 200 В			
11:42	254	200	Аромат летучих усилился. Тление не наблюдается
11:43	260		Произошло воспламенение образца. Перед горением наблюдается фаза спекания.

В результате эксперимента самовозгорание наступило. Объясняется это более высокой температурой в печи.



Рисунок 2.3 – Пыль березовой коры до эксперимента



Рисунок 2.4 – Воспламенение березовой коры

Следующим был проведен эксперимент с образцом стружки березовой коры. Образец помещался в предварительно разогретую печь до 200°C.

Эксперимент №3. Образец – стружка березовой коры. Дата проведения эксперимента 07.05.2018 г.

Таблица 2.3 – Результаты эксперимента №3

Время	Температура в печи, °C	Напряжение, В	Описание процесса
11:59	200	150	Начало эксперимента. Образец поместили в печь
12:02	212		Тление не наблюдается. Аромат летучих
12:05	220		Образец потемнел
12:08	220		Тление не наблюдается
Повышаем напряжение до 200 В			
12:11	220	200	Образец стал еще более темным
12:14	240		Тление не наблюдается
12:17	260		Образец коры изменил свой цвет и стал почти черным
12:20	270		Появление небольшого дыма
12:23	280	225	Дым продолжает выделяться
12:26	290		Продолжает выделяться дым
12:27	310		Образец воспламенился. Элементы спекания не наблюдаются

В результате эксперимента наступило самовозгорание. Выделялось обильное количество дыма. Увеличение объема образца с пыли до стружки привело к увеличению температуры самовозгорания.

Следующие эксперименты № 4-7 были проведены с образцом утрамбованной листвы березы и хвой сосны. Образец помещался в предварительно разогретую печь до 200°C, 230°C, 270°C, 300°C.

Эксперимент №4. Образец – утрамбованная листва березы, хвоя сосны. Дата проведения эксперимента 08.05.2018 г.

Таблица 2.4 – Результаты эксперимента №4

Время	Температура в печи, °C	Напряжение, В	Описание процесса
11:27	204	150	Начало эксперимента. Образец помещен в печь
11:30	206		Запах летучих (испарение влаги)
11:33	206		Выделение дыма
11:39			Эксперимент остановлен

Таблица 2.5 – Результаты эксперимента №5

Время	Температура в печи, °C	Напряжение, В	Описание процесса
12:12	208	200	Начало эксперимента. Образец помещен в печь
12:15	230		Выделение дыма
12:18	234		Образец дымит
12:21	252		Стойкое выделение дыма

Таблица 2.6 – Результаты эксперимента №6

Время	Температура в печи, °C	Напряжение, В	Описание процесса
12:30	270	200	Начало эксперимента. Образец помещен в печь
12:31	270		Выделение дыма
12:33	206		Выделение дыма, запах летучих
11:36			Эксперимент остановлен

Таблица 2.7 – Результаты эксперимента №7

Время	Температура в печи, °С	Напряжение, В	Описание процесса
12:53:00	300	220	Начало эксперимента. Образец помещен в печь
12:53:36	300		Появление дыма
12:54	300		Эксперимент остановлен

В результате всех экспериментов происходило самовозгорание образцов. На основе экспериментов №4-7 по зажиганию утрамбованной листвы березы и хвои сосны был получен график зависимости времени индукции от температуры (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Образец утрамбованной листвы березы, хвои сосны до эксперимента



Рисунок 2.6 – Образец утрамбованной листвы березы, хвои сосны после эксперимента

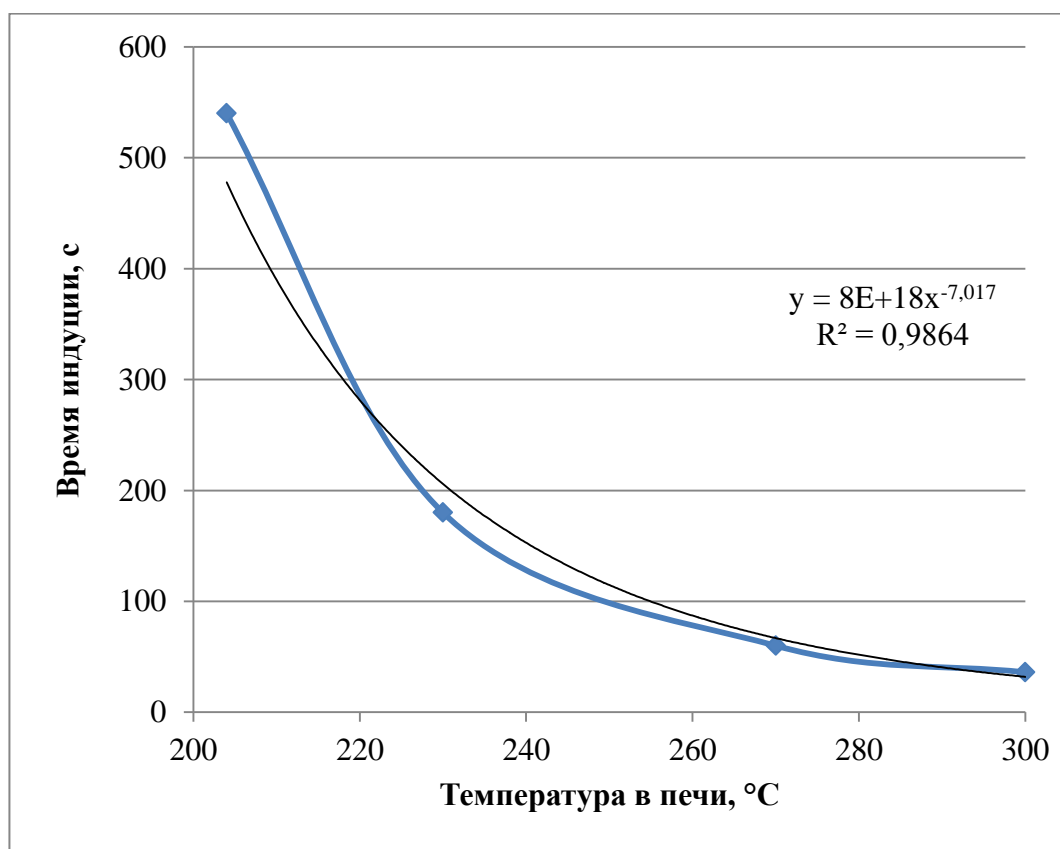


Рисунок 2.7 – Экспериментальная зависимость времени индукции от температуры

Имеем степенную функцию, уравнение которой $y=8E+18x^{-7,017}$.

При максимальной температуре воздуха в Томкой области, равной 36°C, время самовозгорания составит $y=8*10^{18}*36^{-7,017}=1,6*10^6$ мин=3,04 года.

По имеющемуся уравнению проведем расчет необходимого времени для самовозгорания при различных температурах.

Таблица 2.8 – Результаты расчета времени индукции

Температура, °C	Время, секунды	Время, часы	Время, года
20	5939672606	1649909	188,3
40	45860103	12739	1,45
50	9581146	2661	0,30
60	2665647	740	0,085
80	354085	98	0,0112
85	231397	64	0,007338
90	154942	43	0,004913
95	106024	29	0,003362
100	73976	21	0,002346
205	480	0,1334	0,0000152

По результатам построим график, представленный ниже (рисунок 2.8).

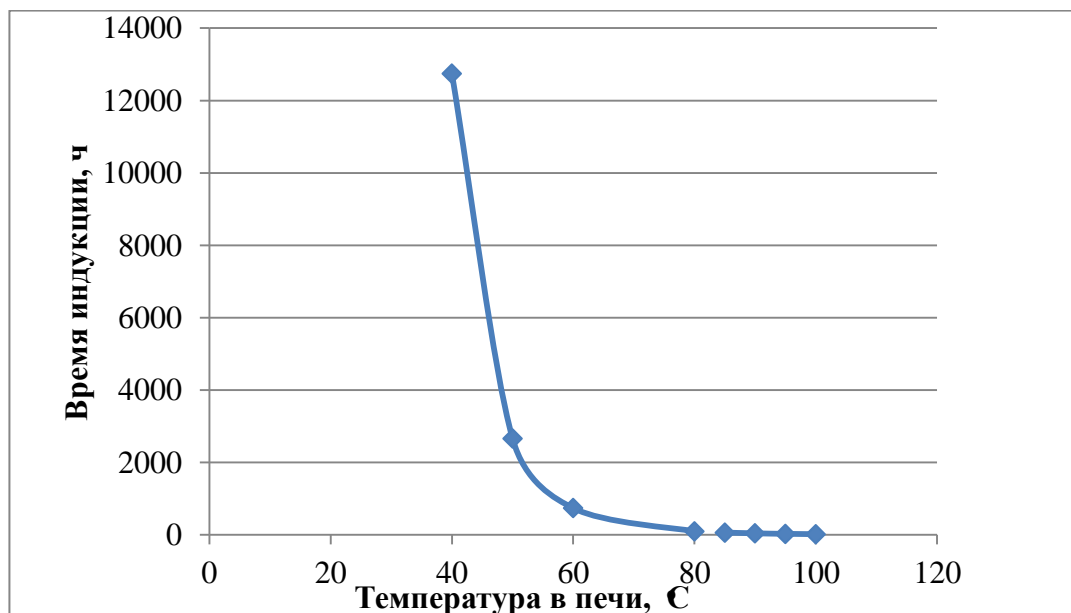


Рисунок 2.8 – График зависимости времени индукции от температуры

Исходя из графика, можно сделать вывод, что смешанный лес самовозгореться не может. Следовательно, происходит искусственное уменьшение времени индукции. Главным фактором выступает антропогенное загрязнение.

На основании предположения о том, что искусственное уменьшение времени индукции происходит за счет антропогенного загрязнения, был выполнен следующий эксперимент.

С помощью лупы, диаметр которой равен 100 мм, в солнечную безветренную погоду при температуре воздуха 23 °С, исследовали зависимость времени появления дыма на деревянной поверхности от площади солнечного потока. Изменяя расстояние от лупы до нагреваемой поверхности, задавали диаметр теплового потока. Результаты эксперимента представлены ниже (таблица 2.9). Предложено обозначить диаметр светового концентратора (лупы), D , мм. Диаметр площади инсоляции, d , мм. Коэффициент концентрации потока, k .

Таблица 2.9 – Результаты эксперимента

Диаметр светового концентратора (лупы), D , мм	100					
Диаметр площади инсоляции, d , мм	4	5	6	8	10	13
Коэффициент концентрации потока, k	25	20	16,7	12,5	10	7,7
Время индукции до появления горения, τ , с	3,3	5,5	7	17	32	47

На основе полученных данных был построен график зависимости времени индукции τ от коэффициента концентрации потока k (рисунок 2.9), который определяется по выражению

$$k=D/d. \quad (2.1)$$

Легко заметить, что если $k \rightarrow \max$, то $d \rightarrow \min$. В свою очередь τ также будет стремиться к минимуму. Значит, вероятность зажигания будет расти.

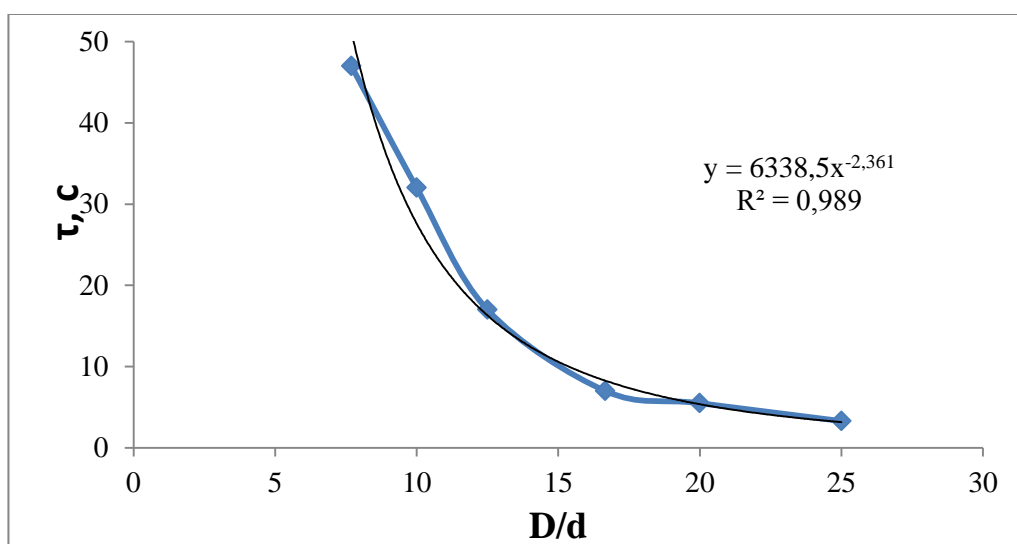


Рисунок 2.9 – Зависимость времени индукции от коэффициента концентрации светового потока

Анализируя зависимость времени индукции от коэффициента концентрации светового потока (рисунок 2.9), можно наблюдать, что изменение коэффициента концентрации потока k в диапазоне от 5 до 10, сопровождается большими временами инсоляции. Времена большие, чем 5 суток можно считать как «Практически невероятные» с частотой возникновения зажигания в год $< 10^{-6}$. Положив в основу формирования критериев оценки РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов [13], построим матрицу: Критерий оценки – Частота возникновения зажигания в год – Коэффициент концентрации потока.

Таблица 2.10 – Матрица «Критерий оценки – Частота возникновения зажигания в год – Коэффициент концентрации потока – Время индукции до появления горения»

Критерий оценки	Частота возникновения зажигания в год	Коэффициент концентрации потока, k	Время индукции до появления горения, τ , с
Частый	> 1	свыше 10	до 300 с
Вероятный	$1 - 10^{-2}$	от 7 до 10	до 1 суток
Возможный	$10^{-2} - 10^{-4}$	от 6 до 7	от 1 до 4 суток
Редкий	$10^{-4} - 10^{-6}$	от 5 до 6	4 – 5 суток
Практически невероятный	$< 10^{-6}$	до 5	свыше 5 суток

В основе матрицы лежат 4 фактора: температура воздуха, осадки, скорость ветра и величина солнечной инсоляции.

Эксперимент подтвердил предположение, что антропогенное загрязнение является главной причиной самовозгорания в природных ландшафтах.

Анализируя результаты экспериментов, можно сделать вывод, что при удачном сочетании факторов происходит сокращение времени индукции зажигания с 3 лет до 2 минут.

В качестве антропогенного загрязнителя в лесных ландшафтах могут выступать различные объекты: стеклянные бутылки, целлофановые пакеты, забытые очки и любой предмет, способный концентрировать световой поток.

Рассмотрим один из них – целлофановый пакет.

Размер среднего пакета составляет 23х37 см. Максимальная рабочая площадь солнечной инсоляции плоско расположенного пакета будет составлять 75 % и представлять вписанный в четырехугольник эллипс. Объем собранный на поверхности воды будет выглядеть как конус с основанием до 640 см² и высотой 1 см, что составит 192 см³. Времени для испарения такого объема жидкости при температуре 20°C потребуется 20 часов. С учетом всех погрешностей и допущений можно считать время жизни водяной линзы образованной полиэтиленовым мешком и дождевой водой – 10 часов (допуская расположение ее на солнцепеке). Коэффициент концентрации солнечной инсоляции будет меняться согласно выражению (2.1). За это время произойдет существенное изменение угла местоположения Солнца, а это значит что k , согласно выражению (2.1), будет стремиться к \max , а значит $\tau \rightarrow \min$, что, несомненно, может обеспечить зажигание.

3 Мероприятия по снижению пожарного риска в природных ландшафтах

Антропогенный фактор возникновения пожаров требует проработки мероприятий по снижению их количества и вероятности возникновения.

Первым мероприятием является профилактика среди населения в области пожарной опасности в лесах. Необходимо четко разъяснить правила поведения на природе, показать последствия безответственности.

В качестве законодательного способа предлагается ввести ужесточение административной ответственности за несоблюдение норм пожарной безопасности и возникновение пожара.

Одним из проявлений антропогенного фактора загрязнения леса является попадание мусора с близлежащих свалок. Поэтому необходимо обеспечить должный уход за местами хранения, организовать переработку мусора.

В местах лесного летнего отдыха людей, можно проработать возможность контролируемого сжигания прошлогодней усохшей травы. Вероятным периодом является апрель-май, при подходящих погодных условиях: температура воздуха 5-10°C, неясная погода, отсутствие ветра.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах» реализуется в рамках научно-исследовательской работы для Главного управления МЧС России по Томской области.

Исследования в данном вопросе, а также данные, полученные в результате работы и предложенная методика по решению проблемы возникновения очагов возгорания, интересны сотрудникам Главного управления МЧС России по Томской области.

Подобного рода работы по разработке методологии управления риском при возникновении очагов возгорания в природных ландшафтах ранее не проводились. Решением данной проблемы ранее всерьез никто не занимался, поэтому данная выпускная квалификационная работа сможет помочь в предотвращении серьезных последствий при возникновении очагов возгорания в природных ландшафтах.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям)	0,07	4	3	4	0,28	0,21	0,28
2. Надежность	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
3. Безопасность	0,11	5	5	4	0,55	0,55	0,44
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	4	4	4	0,20	0,20	0,20
5. Наглядность	0,08	5	4	5	0,40	0,32	0,40

Продолжение таблицы 4.1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	3	5	0,50	0,3	0,50
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,40	0,40	0,40
3. Цена	0,08	5	4	3	0,40	0,36	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
5. Послепродажное обслуживание	0,07	4	5	3	0,21	0,35	0,21
6. Финансирование научной разработки	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Итого	1						

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_j – балл i-го показателя.

Конкурентное преимущество разработки, представленной в дипломной работе – это надежность, безопасность, наглядность, а также низкая цена.

4.1.3 FAST-анализ

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и

дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Проведение FAST-анализа предполагает шесть стадий.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования. А именно, методология определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

- 1) Главная функция – определение величины риска.
- 2) Основные функции – вывод данных, вывод результатов.
- 3) Вспомогательная функция – расчет.

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Таблица 4.2 – Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4
Функция 1	=	<	>	<
Функция 2	>	=	>	<
Функция 3	<	<	=	<
Функция 4	>	>	>	=

Таблица 4.3 – Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Итого
Функция 1	1	0,5	1,5	0,5	3,5
Функция 2	1,5	1	1,5	0,5	4,5
Функция 3	0,5	0,5	1	0,5	2,5
Функция 4	1,5	1,5	1,5	1	5,5
					16

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных

методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Для данной темы сделать это не представляется возможным.

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

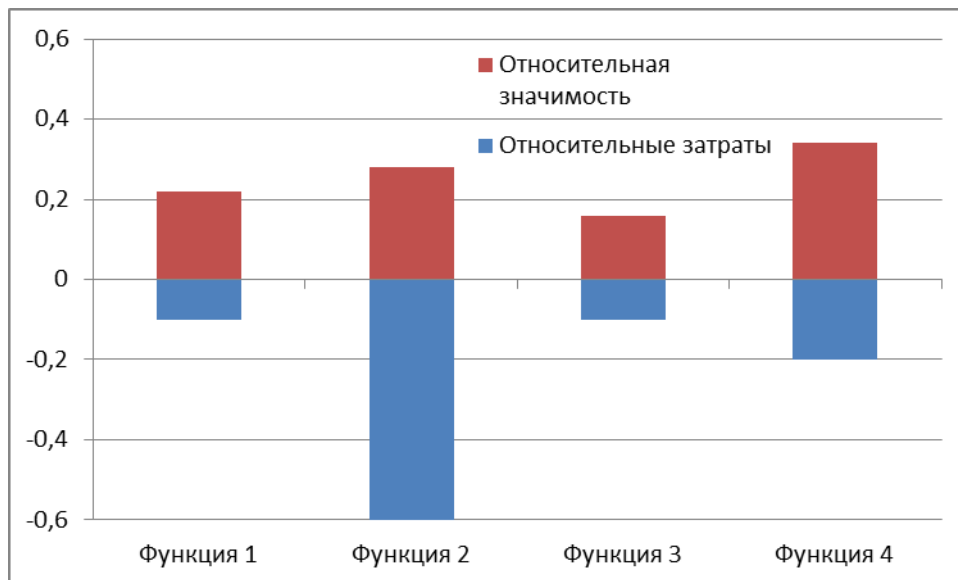


Рисунок 4.1 – Функционально-стоимостная диаграмма объекта

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них. Анализ приведенной выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функции 2. Необходимо провести работы по ликвидации данной диспропорции.

Стадия 6. Оптимизация функций выполняемых объектом.

В конечном счете результатом проведения FAST-анализа высокотехнологической и ресурсоэффективной разработки должно быть снижение затрат на единицу полезного эффекта, достигаемое путем:

- Автоматизации процесса получения данных.
- Автоматизации процесса ввода данных.
- Оптимизация расчетов.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокая надежность. С2. Низкая стоимость. С3. Данный вид деятельности не перестает быть актуальным. С4. Быстрая обработка заказов.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Малое количество оборотных средств на начальном этапе. Сл2. Отсутствие опыта в решении данной проблемы.
Возможности: В1. Высокий уровень спроса. В2. Новые клиенты. В3. Новые технологии. В4. Увеличение рекламы продукта.	Из-за высокой надежности и низкой стоимости можно добиться обширной базой новых клиентов.	Малое количество оборотных средств может препятствовать развитию новых технологий
Угрозы: У1. Существенное расширение сети мощных конкурентов. У2. Неплатежеспособность заказчиков.	Без заинтересованных лиц проект не реализуется.	Отсутствие опыта в решении данной проблемы не сможет привести к желаемому результату.

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	0	+
	B2	+	+	-	-
	B3	+	-	0	0
	B4	-	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможностей: B1C1C2C4; B2C1C2; B3C1; B4C4.

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	0	-
	B2	-	-
	B3	0	-
	B4	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможностей: B4Сл1Сл2.

Таблица 4.7 – Интерактивная матрица проекта

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	-	-
	У2	-	+	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С1; У2С2; У2С4.

Таблица 4.8 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	-	+
	У2	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл2.

4.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые взаимодействуют и влияют на общий результат научного проекта.

4.2.1 Цели и результат проекта

В таблице 4.9 представлены заинтересованные стороны проекта и ожидания заинтересованных сторон.

Таблица 4.9 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ГУ МЧС России по Томской области	Методика расчета рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах Снижение данных рисков

Информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Цели и результат проекта

Цели проекта	Создание методологии, по которой можно будет оценить риск возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.
Ожидаемые результаты проекта	С помощью методики возможно предотвращение серьезных последствий при возникновении пожаров в природных ландшафтах.
Критерии приемки результата проекта	Удобство методики в эксплуатации, большой спрос на проект.
Требования к результату проекта	Выполнение проекта в срок
	Эффективность расчетов
	Удобство методики в эксплуатации
	Спрос на проект

4.2.2 Организационная структура проекта

Организационная структура проекта представлена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Рабочая группа проекта

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Евдокимова Марина Ильинична	Исполнитель проекта	Работа над реализацией проекта	800
2	Сечин Александр Иванович	Руководитель проекта	Координация деятельности работы и оказание помощи в реализации проекта	100
Итого:				900

В ходе реализации научного проекта, помимо магистранта задействован руководитель магистерской диссертации.

4.2.3 Ограничения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Факторы, ограничения и допущения представлены в (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Ограничение проекта

Фактор	Ограничения/допущения
Бюджет проекта	Отсутствует
Источник финансирования	Не нуждается в финансировании
Сроки проекта	С 1.02.18-1.06.18 г.
Дата утверждения плана управления проектом	25.01.2018 г.
Дата завершения проекта	15.05.2018 г.
Прочие ограничения и допущения	Ограничения по времени работы участников проекта

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей приведен в таблице 4.13.

Таблица 4.13- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, студент
	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов	Студент

Продолжение таблицы 4.13

Основные этапы	№ Работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Теоретические и экспериментальное исследования	7	Проведение теоретических обоснований	Студент
	8	Проведение теоретических расчетов	Студент
	9	Анализ полученных результатов	Студент
	10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	12	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2016 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных – 105 дней, а количество праздничных дней – 14, таким образом:





$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Все рассчитанные значения заносим в таблицу 4.14.

Таблица 4.14 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			t_{oji} , чел-дни				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3							
Составление и утверждение темы проекта	2	2	2	5	5	5	2	2	2	Руководитель	3	3	3	5	5	5
Выдача задания по тематике проекта	1	1	1	2	2	2	1	1	1	Рук.–студент	2	2	2	3	3	3
Постановка задачи	1	1	1	2	2	2	1	2	1	Студент	2	2	2	3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	1	2	5	2	4	2	1	1	Рук. – студ.	2	1	2	3	1	2
Подбор литературы по тематике	7	6	7	10	8	10	7	9	8	Студент	8	7	8	12	10	12
Сбор материалов	14	14	14	17	17	17	14	15	15	Студент	15	15	15	23	23	23
Проведение теорет. обоснований	7	7	7	9	9	9	8	8	8	Студент	8	8	8	12	12	12
Проведение теорет. расчетов	5	5	5	7	7	7	5	6	5	Студент	6	6	6	9	9	9
Анализ полученных результатов	3	2	3	5	4	3	3	1	3	Рук. – студ.	3	1	3	4	2	4
Согласование полученных данных с научным руководителем	2	1	2	5	3	4	2	1	1	Рук. – студ.	1	1	2	2	1	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	3	3	3	2	2	3	Студент	3	3	3	4	4	4
Работа над выводами по проекту	1	1	1	2	2	2	2	2	2	Студент	2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки к работе	4	4	4	6	6	6	6	5	6	Студент	5	5	5	7	7	7
							Итого			Руководитель	11	8	12	17	12	16
										Студент	57	53	58	85	78	84

Таблица 4.15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5													
2	Выдача задания по тематике проекта	Рук.–студент	3													
3	Постановка задачи	Студент	3													
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Рук. – студ.	3			 										
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12													
6	Сбор материалов	Студент	23													
7	Проведение теоретических обоснований	Студент	12													
8	Проведение теоретических расчетов	Студент	9													
9	Анализ полученных результатов	Рук. – студ.	4									 				
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Рук. – студ.	2										 			
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4													
12	Работа над выводами	Студент	3													
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7													

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

– сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расхи}}, \quad (4.6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расхи}}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Заносим материальные затраты в таблицу 4.16.

Таблица 4.16 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	300	200	260
Картридж	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Дополнительная литература	шт.	2	1	1	400	350	330	800	350	330
Итого								2100	1550	1590

4.3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки.

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (4.7)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн_i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (4.8)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),

K - районный коэффициент (для Томска – 30%),

F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Затраты на оплату труда студента-дипломника могут определяться как оклад инженера кафедры (учебно-вспомогательный персоналу) в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы, либо по тарифной сетке, принятой на предприятии, где студент-дипломник проходил практику.

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату. Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	14584,32	861,8	11	8	12	9479,8	6894,4	10341,6
Студент	6976,22	412,2	57	53	58	23495,4	21846,6	23907,6
Итого						32975,2	28741	34249,2

4.3.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Таблица 4.18 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	9479,8	6894,4	10341,6	0,15	1421,97	1034,16	1551,24
Студент	23495,4	21846,6	23907,6		3524,31	3276,99	3586,14
Итого					4946,3	4311,2	5137,4

4.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.9)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены ниже.

Таблица 4.19 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	9479,8	6894,4	10341,6	1421,97	1034,16	1551,24
Студент-дипломник	23495,4	21846,6	23907,6	3524,31	3276,99	3586,14
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	10276,7 руб.					
Исполнение 2	8957,1 руб.					
Исполнение 3	10673,8 руб.					

4.3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 50%.

Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

$$\begin{aligned} \text{при первом исполнении } З_{\text{накл}} &= (2100+32975,2+4946,3+10276,7) \cdot 0,5 = \\ &= 50298,2 \cdot 0,5 = 25149,1 \text{ руб;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{при втором исполнении } З_{\text{накл}} &= (1550+28741+4311,2+8957,1) \cdot 0,5 = \\ &= 43559,3 \cdot 0,5 = 21779,7 \text{ руб;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{при третьем исполнении } З_{\text{накл}} &= (1590+34249,2+5137,4+10673,8) \cdot 0,5 = \\ &= 51650,4 \cdot 0,5 = 25825,2 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.20

Таблица 4.20 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	2100	1550	1590	Пункт 4.3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	32975,2	28741	34249,2	Пункт 4.3.4.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4946,3	4311,2	5137,4	Пункт 4.3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	10276,7	8957,1	10673,8	Пункт 4.3.4.4
5. Накладные расходы	25149,1	21779,7	25825,2	50 % от суммы ст.1-4
6. Бюджет затрат НТИ	75447,3	65339	77475,6	Сумма ст. 1- 5

Вывод: рассчитав материальные затраты НТИ, затраты по основной и дополнительной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы, можно сделать вывод, что второй вариант исполнения наиболее экономичен по сравнению с первым и третьим исполнением.

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.11)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{75447,3}{77475,6} = 0,97 ;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{65339}{77475,6} = 0,84 ;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{77475,6}{77475,6} = 1 .$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 4.21).

Таблица 4.21 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Соответствие критериям безопасности	0,1	4	5	3
2. Наглядность работы	0,15	5	5	2
3. Помехоустойчивость	0,15	3	5	3
4. Энергосбережение	0,20	4	5	3
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
ИТОГО	1			

$$I_{p-ucn1} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4;$$

$$I_{p-ucn2} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,75;$$

$$I_{p-ucn3} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,1.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I_{ucni}) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя:

$$I_{ucn.1} = \frac{I_{p-ucn1}}{I_{финр.1}} = \frac{4}{0,97} = 4,12; \quad (4.13)$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{4,75}{0,84} = 5,65; I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}^{исп.3}} = \frac{3,1}{1} = 3,1.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. [14]

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}. \quad (4.14)$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.1}} = \frac{4,12}{5,65} = 0,73; \mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{5,65}{5,65} = 1; \mathcal{E}_{cp3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп.1}} = \frac{3,1}{5,65} = 0,55..$$

Таблица 4.22 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	0,84	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	4,75	3,1
3	Интегральный показатель эффективности	4,12	5,65	3,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,73	1	0,55

Вывод: в ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен анализ конкурентных технических решений, в котором выявлено конкурентное преимущество разработки. Составлен SWOT-анализ, в ходе которого выявлены сильные, слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы.

Проведя расчет материальных затрат НТИ, основных и дополнительных заработных плат исполнителей работ, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы, приходим к выводу, что вариант второго исполнения работы более бюджетный и эффективный в решении поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности, т.к. затраты, необходимые для выполнения всего проекта равны 65339 рублям, при этом эффективность максимальна.

5 Социальная ответственность

Целью магистерской диссертации является разработка методологии определения величин рисков возникновения очагов возгорания в природных ландшафтах.

Объектом исследования является лесная растительность (листва и кора деревьев, мох). Также в ходе работы использовалась установка для определения температуры тления, персональный компьютер для проведения расчетов.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [15] перечень вредных и опасных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке методологии

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) использование ЭВМ;	1. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. 2. Повышенная или пониженная температура воздуха. 3. Пониженная подвижность воздуха. 4. Повышенная пульсация светового потока. 5. Умственное перенапряжение. 6. Влажность воздуха. 7. Шум.	1. Электроопасность. 2. Пожаровзрывоопасность.	Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96. Параметры освещенности нормируются СП 52.13330.2011. Нормы и правила пожарной безопасности установлены в № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

При тлении растительности основным выделяющимся веществом является углекислый газ.

Углекислый газ (Оксид углерода (IV)) — углекислый газ, газ без запаха и цвета, тяжелее воздуха, при сильном охлаждении кристаллизуется в виде белой снегообразной массы — «сухого льда». При атмосферном давлении он не плавится, а испаряется, температура сублимации $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Не горюч (в нем горит только магний). Углекислый газ образуется при гниении и горении органических веществ. Содержится в воздухе и минеральных источниках, выделяется при дыхании животных и растений. Растворим в воде (0,738 объёмов углекислого газа в одном объёме воды при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Углекислый газ нетоксичен, но при вдыхании его повышенных концентраций в воздухе по воздействию на воздуходышащие живые организмы его относят к удушающим газам

Незначительные повышения концентрации, вплоть до 2—4 %, в помещениях приводят к развитию у людей сонливости и слабости. Опасными для здоровья концентрациями считаются концентрации около 7—10 %, при которых развиваются симптомы удушья, проявляющиеся в виде головной боли, головокружения, расстройстве слуха и в потере сознания, эти симптомы развиваются, в зависимости от концентрации, в течение времени от нескольких минут до одного часа.

При вдыхании воздуха с очень высокими концентрациями газа смерть наступает очень быстро от удушья, вызванного гипоксией.

Вдыхание воздуха с повышенной концентрацией этого газа не приводит к долговременным расстройствам здоровья. После удаления пострадавшего из атмосферы с высокой концентрацией углекислого газа быстро наступает полное восстановление здоровья и самочувствия.[16]

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в рабочей зоне помещения. Согласно Генеральному соглашению на 2014–2016 годы, обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов, целями которых являются сохранение человеческого капитала, улучшение условий и охраны труда, а также обеспечение промышленной и экологической безопасности. Поэтому необходимо разработать комплекс мероприятий, минимизирующих негативные последствия, возникающие в процессе проведения исследовательской работы.

Разработка методологии производится в аудитории 256, которая располагается на втором этаже 8 учебного корпуса ТПУ по адресу ул. Усова 7. Данная лаборатория оборудована персональными компьютерами в количестве 5 штук, различным лабораторным оборудованием и лабораторной посудой. Стены окрашены матовой краской светло-бежевых тонов, потолки светлые. В кабинете 4 оконных проёма. Продолжительность работ в лаборатории варьируется от 3 часов до 6.

Согласно [15] при разработке методологии можно выделить следующие вредные и опасные факторы производственной среды.

I. Вредные факторы производственной среды

1. Микроклимат

Работа лаборанта относится к категории работ Ia (интенсивность энергозатрат до 120 ккал/час (139 Вт), это работы сидя с незначительным физическим напряжением). Оптимальные и допустимые показатели микроклимата, соответствующие данной категории работ и указанные в СанПиН 2.2.4.548-96 [17], можно выделить в таблицы 5.2 и 5.3.

Средняя температура в зимний период составляет приблизительно 20°C, следовательно, температура в помещении соответствует допустимым

нормам температуры воздуха ниже оптимальных величин. В летний период температура в лаборатории составляла 21,3 °С, что также соответствует диапазону допустимых температур ниже оптимальных. Данных по относительной влажности воздуха нет.

Таблица 5.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый		23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 5.3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	18,0-25,0
Теплый		21-22,9	25,1-28,0	19,0-29,0
Период года	Категория тяжести работ, Вт	Скорость движения воздуха, м/с		Относительная влажность воздуха, %
		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более	
Холодный	Ia (до 139)	0,1	0,2	15-75
Теплый		0,1	0,3	15-75

Движение воздуха – это важный фактор, способствующий созданию наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности человека. Вентиляция зданий имеет большое значение в оздоровлении условий труда. Она предназначена для удаления вредных выделений из рабочих помещений и подачи в них свежего воздуха. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [17], оптимальное значение скорости движения воздуха для категории работ Ia равно 0,1 м/с. На рассматриваемом рабочем месте подвижность воздуха менее 0,1 м/с, т.к. система вентилирования отсутствует, воздух перемещается от сквозняка. Движущийся воздух способствует усилению теплоотдачи организма путем конвекции и излучения, а также созданию условий для испарения влаги с поверхностей слизистых оболочек и кожного покрова.

2. Освещение

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях. Освещенность рабочих помещений нормируется СП 52.13330.2011 [18] в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [19] в зависимости от вида производственной деятельности. Освещенность рабочих поверхностей для лаборатории при комбинированном освещении 500 лк, при общем освещении 400 лк.

По определению коэффициент пульсации освещенности – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменений во времени светового потока. Для лабораторий коэффициент пульсации не более 10 %. Пульсации освещенности на рабочей поверхности утомляют зрение, а также может вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта.

3. Психофизиологические вредные факторы

Нервно-психические перегрузки проявляются в форме перенапряжения, умственного перенапряжения. Перенапряжение зрительного анализатора, вызываемое недостаточной освещенностью, необходимостью рассматривать мелкие предметы, вызывает перенапряжение аккомодирующих мышц радужной оболочки глаз. В результате может быть головная боль, боль в области глазниц, прогрессирующая близорукость. При многократном повторении простейших движений работающий испытывает скуку, сонливость, падение интереса к работе.

4. Шум

Согласно [20], шум – это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук. Источниками шума на рассматриваемом рабочем месте являются: работающее оборудование (макет устройства, проходящая рядом автомобильная дорога, идущие через

перегородку аудиторные занятия, шум от ЭВМ.). В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [20] для учреждений, в которых занимаются научной деятельностью, допустимый уровень звукового давления составляет 50 дБА. Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения в органах слуха, центральной нервной системе и сердечно-сосудистой системе. Также действие шума способствует потере внимания, торможению психических реакций, что в условиях производства может привести к опасности возникновения несчастных случаев.

II. Опасные факторы производственной среды

1. Электроопасность

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т.е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. При этом повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, является опасным фактором.

В лаборатории влажность не превышает 75%, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования отсутствует, температура не выше 35 °С. Следовательно, согласно классификации помещений по опасности поражения людей электрическим током, представленной в Правилах устройства электроустановок [21], лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

Термином «статическое электричество» называют возникновение свободного электрического заряда на поверхности или внутри диэлектриков и весь комплекс связанных с этим физических явлений [22]. Источником статического электричества на рабочем месте являются компьютеры, экран монитора, электроприборы. При воздействии статического электричества на организм человека раздражаются нервные окончания кожи, в тканях организма происходит изменение ионного состава, может наблюдаться брадикардия (уменьшение частоты сердечных сокращений) и артериальная гипертензия

(повышение артериального давления). Под воздействием статического электричества на нервные окончания может также изменяться кожная чувствительность и сосудистый тонус, стимулируется капиллярный кровоток. Одновременно возникают функциональные нарушения в центральной нервной системе. Появляются повышенная утомляемость, раздражительность, плохой сон.

Напряженность электрического поля является его характеристикой, которая равна отношению вектора силы, с которой поле действует на заряд, к самому заряду. Источником электрического поля на рабочем месте является персональный компьютер, электроприборы, а также установка по определению температуры тления. Исследования различных научно-исследовательских институтов по охране и гигиене труда, показали, что электрическое поле вызывает определенные изменения в органах и клетках человека, которые зависят от напряженности поля и длительности пребывания в нем [23,24].

2. Пожаровзрывоопасность

При нарушении норм и правил пожарной безопасности в лаборатории, неисправности электрооборудования, электропроводки может возникнуть пожар.

Согласно № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [25] рабочее место относится по функциональной пожарной опасности к классу Ф4.2 (здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов).

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные коллективные способы и средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль; установка оградительных

устройств; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; применение малых напряжений; защитное заземление; зануление; защитное отключение. Индивидуальные основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей под напряжением. В установках до 1000 В – это диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения.

Работники лаборатории обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. Лаборатория должна быть оснащена первичными средствами пожаротушения: углекислотным и воздушно-пенным огнетушителями, ящиком с песком и двумя накидками из огнезащитной ткани.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды. При этом анализируются возможные источники вредных воздействий техногенной деятельности при разработке и реализации ВКР на различные природные среды окружающей среды.

5.2.1.1 Защита атмосферы

В процессе выполнения ВКР на рабочем месте в воздушную среду поступал углекислый газ.

5.2.1.2 Защита гидросферы

Негативного воздействия на гидросферу в ходе выполнения экспериментов не выявлено.

5.2.1.3 Защита литосферы

Во время работы образуются следующие виды твердых отходов,

оказывающие неблагоприятное воздействие на литосферу: офисная бумага, различные канцелярские принадлежности, перчатки, разбитая стеклянная лабораторная посуда.

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Перед тем, как приступить к работе в лаборатории, необходимо пройти инструктажи. Прохождение инструктажа отмечается в лабораторном журнале по технике безопасности. Ответственность за это несет руководитель лаборатории.

В лаборатории имеется медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

Перед началом работы должна быть приведена в действие приточно-вытяжная вентиляция, необходимо надеть спецодежду.

Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, порядок и правила техники безопасности, так как беспорядочность, поспешность в работе могут приводить к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

После окончания работы в лаборатории необходимо привести в порядок рабочее место.

В учебно-научно-исследовательских лабораториях разрешается работать не более 8 часов, при этом каждые 45-50 минут работы необходимо делать перерыв не менее 15 минут и после 4 часов работы обеденный перерыв не менее 1 часа.

В качестве природоохранных мероприятий во избежание попадания вредных и токсичных паров в воздух рабочей зоны необходимо установить вытяжку с системой очистки и оборудовать систему вентиляции.

Для уменьшения нагрузки на полигоны целесообразно ввести отдельный сбор мусора. Бумагу и разбитую стеклянную посуду можно использовать вторично. Люминесцентные лампы содержат ртуть и поэтому должны утилизироваться на специальных полигонах токсичных отходов.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – происшествие техногенного, экологического происхождения, заключающееся в резком отклонении от нормы протекающих процессов или явлений и оказывающих значительное отрицательное воздействие на жизнедеятельность человека, функционирование экономики, социальную среду и природную среду.

5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании объекта

К ЧС природного характера в климатической зоне г. Томска можно отнести ураганы, сильные грозы, паводки и ливни. Так как разработка методологии происходит в отдаленной зоне от разлива реки, то паводковые явления не наблюдаются.

В результате штормовых порывов ветра могут быть обрывы линий электропередач, из-за чего возможны перебои в электроснабжении, перегрузки, которые могут стать причиной пожара.

К возможным техногенным ЧС в лаборатории можно отнести пожары. Своевременное и грамотное использование средств защиты является эффективной защитой человека в ЧС. К поражающим факторам пожара относят открытый огонь, высокие температуры, дым, выделение вредных газов, взрывоопасных, сильнодействующих ядовитых и отравляющих веществ, ударная волна, падающие части строительных конструкций.

5.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Для защиты от поражающих факторов ЧС, используются средства коллективной и индивидуальной защиты.

Одной из основных причин гибели людей при пожаре является ни огонь и температура, а токсичные продукты горения. Поэтому противоподымная защита зданий, направленная на предотвращение или ограничение опасности

задымления эвакуационных путей и зданий, отдельных помещений и удаление продуктов горения в определенном направлении, является первостепенной задачей противопожарной профилактики. В надлежащих местах должны быть вывешены планы эвакуации людей из здания.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Каждая лаборатория должна иметь журнал по технике безопасности и охране труда, в который заносятся все рекомендации проверяющих организаций и данные о проведении инструктажей с персоналом. К работе в лабораториях допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. Лица, допущенные к работе в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

В лаборатории должны быть разработаны конкретные меры по пожарной безопасности. Для выполнения повседневных работ, надзора за первичными средствами пожаротушения и организации тушения назначается ответственное лицо за пожарную безопасность в лаборатории.

Статья 212 гл. 34 раздела X ТК РФ [26] и ст. 16 раздела IV Конвенции [27] обязывает работодателя обеспечить применение средств индивидуальной и коллективной защиты на рабочем месте. Согласно Постановлению Минтруда РФ [28] лаборант на рабочем месте должен иметь халат хлопчатобумажный, перчатки резиновые, при необходимости –респиратор.

В соответствии со ст. 91 гл. 15 раздела IV ТК РФ [26] нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Персонал должен строго соблюдать правила личной гигиены и правила безопасности.

Заключение

В ходе работы проанализированы факторы лесообразования, приведена классификация типов леса. Составлена пирологическая классификация лесных горючих материалов, а также их роль в пожарах.

Описаны происходящие процессы в древесине при ее нагреве до 1000⁰С.

Были проведены эксперименты по определению температур самовозгорания различной лесной подстилки.

При обработке результатов получены:

- зависимость времени индукции от температуры;
- зависимость времени индукции от коэффициента концентрации светового потока.

В результате проведенных экспериментов можно сделать главный вывод: смешанный лес самовозгореться не может, причиной пожаров является антропогенный фактор.

На основе регламентирующего документа составлена матрица «Критерий оценки – Частота возникновения зажигания в год – Коэффициент концентрации потока – Время индукции до появления горения».

Предложены мероприятия по снижению пожарного риска в природных ландшафтах.

Также был произведен анализ конкурентных технических решений, в котором выявлено конкурентное преимущество разработанной методологии. Был выбран вариант исполнения работы, который наиболее бюджетный и эффективный в решении поставленной в работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, параметры микроклимата, шума, освещения в аудитории при выполнении научной работы.

Список публикаций

1. Волкова М.И. К вопросу пожарной безопасности на деревоперерабатывающих предприятиях/ Волкова М.И., Задорожная Т.А.// Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 25-29 мая 2015 г. – Томск: Изд-во Томского Политехнического Университета, 2015 – С. 186-188.

2. Евдокимова М. И. Построение вариологической модели возникновения очага зажигания на территории нефтешламового амбара / М. И. Евдокимова, Е. И. Чалдаева, А. И. Сечин // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 23-25 ноября 2017 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — С. 681-686.

Список использованной литературы

1. Смирнов А.П. Лесоведение: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / А.П.Смирнов. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 160 с.
2. Луганский Н.А. Лесоведение: учебное пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский: Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 432 с.
3. Лес России. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/les-rossii/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).
4. Фуряев В.В. Комплексы напочвенных горючих материалов и возможность их регулирования в профилактике лесных пожаров /В.В. Фуряев, Л.П. Злобина, В.И. Заболотский [и др.] // Лесн. хоз-во. — 2007. — № 1. — С. 43–44.
5. Арманд Д.Л. Наука о ландшафтах: учебное пособие/ Д.Л. Арманд. — М.: Мысль, 1975. — 141 с.
6. Гидрометцентр России. Архив фактической погоды Томска. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meteoinfo.ru/archive-pogoda/russia/tomsk/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 15.04.2018).
7. Основы пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.litres.ru/aleksey-timkin/osnovy-pozharnoy-bezopasnosti-11823512/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).
8. Растения как топливо. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://asmudsite.narod.ru/fuel.html/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).
9. Горение древесины в естественных условиях. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kostrzewa.spb.ru/eto-interesno/117-gorenie-drevesiny-v-estestvennykh-usloviyakh/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).
10. Возгорание древесины. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fireform.ru/zagoraetsya-derevo/>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).

11. Самовоспламенение и горение древесины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://refotpbgo.ucoz.org/publ/podzhezhna_bezpeka/samovosplamenenie_i_gorenie_drevesiny/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 12.04.2018).

12. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.01.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1991.– 107с.

13. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. – Введ. 01.09.2001. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2010. — 40 с.

14. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова – М.: Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

15. ГОСТ 12.0.003-2015. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

16. Диоксид углерода [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 10.04.2018).

17. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

18. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 N783).

19. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

20. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

21. Правила устройства электроустановок: утв. приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204. – М., 543 с.

22. Статическое электричество и здоровье [Электронный ресурс]: портал Компьютер и здоровье. – М., 2003-2015. Режим доступа: <http://comp-doctor.ru/sovet/staticheskoe-elektrichestvo.php>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.04.2018).

23. Воздействие электромагнитного поля на персонал [Электронный ресурс]: портал Электроэнергетика. – Режим доступа: <http://forca.ru/knigi/arhivy/remont-vl-pod-napryazheniem-8.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.04.2018).

24. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

25. ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

26. Трудовой кодекс Российской Федерации. – М., 2002.

27. Конвенция Международной Организации Труда №155 о безопасности и гигиене труда и производственной среде (Женева, 03.06.1981 г.).

28. Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам: постановление Минтруда РФ от 22.07.1999 г. №26 // Бюллетене Министерства труда и социального развития РФ. – 1999 г., №9.

29. Waldbrand [Электронный ресурс]: Stiftung Unternehmen Wald. – DE. Режим доступа: <http://www.wald.de/waldbrand/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.04.2018).

30. Wald- und Torfbrände in Russland 2010 [Электронный ресурс]: Wikimedia Foundation. – DE. Режим доступа: <http://de.wikipedia.org/wiki/Wald>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.04.2018).

31. Koch Altshausen, E. Wald- und Torfbrände in Russland. Eine einfache Möglichkeit zur effizienten Bekämpfung der Feuersbrunst / E. Koch Altshausen. – 2010. – P. 1-13.

32. Hirschberger, P. Wälder in Flammen. Ursachen und Folgen der weltweiten Waldbrände / P. Hirschberger. – Berlin : WWF Deutschland, 2012. – 90 p.

Приложение А. Раздел на немецком языке

Раздел 1 Literaturübersicht

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Евдокимова Марина Ильинична		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	к.т.н.		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Щеголихина Юлия Викторовна	к.ф.н.		

1 Literaturübersicht

Das Feuer ist ein Feind des Waldes. Gerade in trockenen Sommermonaten oder in großen Nadelholzbeständen ist die Gefahr eines Waldbrandes sehr hoch. Die Gefahren und Auswirkungen eines unkontrollierten Feuers sind vielfältig und verheerend: es vernichtet Rohstoffe und gespeicherte Energie, setzt gebundenes CO₂ frei, bedroht Tiere und Pflanzen und raubt Ihnen Nahrung oder den gesamten Lebensraum.

1.1 Waldbrand

Waldbrände entstehen unter natürlichen Bedingungen durch Blitzschlag, vulkanische Aktivitäten und Selbstentzündung. In Russland spielt als natürliche Entstehung die Selbstentzündung und Blitzeinschlag eine Rolle. Weitere Ursachen für Waldbrand in Russland sind vor allem Fahrlässigkeit durch Waldbesucher und der Forstwirtschaft, Brandstiftung und Militärübungen.

Bereits ein Funke oder eine achtlos weggeworfene Zigarettenskippe können bei längerer Trockenheit Brände in Wald und Landschaft auslösen. Trockene Nadelstreu, langes und trockenes Gras sowie Äste beschleunigen die Ausbreitung von Bränden. Auch Bäume und Wiesenflächen in den Städten können Opfer der Flammen werden, wenn der Mensch unachtsam ist. Im Durchschnitt entstehen in Russland zwei Drittel der Brände durch menschliches Fehlverhalten.

Waldbrände werden in verschiedene Arten unterteilt, die auch unterschiedliche ökologische Auswirkungen haben:

1) Unter einem Erdfeuer versteht man Schwelbrände im Boden, die vor allem bei angehäufter organischer Auflage z.B. Torf entstehen. Da sie unterirdische Organe (Wurzeln) der Bäume und Samen zerstören, sind sie in ihren Auswirkungen am schlimmsten.

2) Beim Boden- oder Lauffeuer verbrennen Streu und oberirdische Teile von Pflanzen. Ob auch Bäume betroffen sind, hängt von deren Rindenstärke ab. Durch das Verbrennen der Streu wird der Prozess der Mineralisierung beschleunigt.

Die mineralisierten Nährstoffe unterliegen in stärkerem Maße der Auswaschung, da Pflanzenwurzeln zur Bindung der Nährstoffe zerstört sind.

3) Kronenfeuer entstehen, wenn für Bodenfeuer genügend Material vorhanden ist, so dass diese in den Kronenbereich hochschlagen können.

4) Ein Vollfeuer ist eine Kombination aus Boden- und Kronenfeuer und hat in der Regel den Tod der betroffenen Bestände zur Folge. Ökologische Besonderheiten: In den USA gibt es einige Kiefernarten, die zum dauerhaften Überleben auf Feuer angewiesen sind. So öffnen sich die Zapfen dieser Kiefernarten erst dann, wenn sie einer hohen Temperatur ausgesetzt wurden. Dieses Phänomen lässt sich über die Lichtbedürftigkeit der Kiefer erklären. Die Lichtverhältnisse in einem dichten Wald sind zum Gedeihen der Jungpflanzen nicht ausreichend. Nach einem Waldbrand bieten die Lichtverhältnisse den jungen Kiefernkeimlingen beste Aufwuchsbedingungen.

Brände entstehen vor allem in längeren, warmen Trockenperioden, bei trockenen Winden und häufig bei Auflösung von Hochdruckwetterlagen. Die meisten Brände entstehen im Frühjahr durch die vorhandene trockene Bodenvegetation und natürlich im Sommer während und nach einer Trockenperiode.

Am stärksten gefährdet sind dichtstehende Nadelholzreinbestände, bis zum Alter von 40 Jahren, vor allem Kiefern, am wenigsten gefährdet Altholz-Mischbestände. Laubholz-Unterstand unter Nadelholzbeständen wirkt sich positiv auf das Bestandesinnenklima aus und vermindert daher die Entzündungsgefahr. Waldbauliche Maßnahmen, zum Beispiel das Pflanzen von Mischbeständen, reduzieren die Brandgefahr.

Die Anlage von Feuerschutzstreifen zur Unterbrechung großer Kiefernbestände; entweder min. 10 m breite Krautstreifen (Wildwiesen) oder ca. 50 m breite Laubholzstreifen verhindern das großflächige Ausbreiten der Waldbrände. In Europa haben weniger als 5 % der Waldbrände eine natürliche Ursachen, meist Blitzschlag. In einer Naturlandschaft Mitteleuropas würden sie nur kleinflächig auftreten und eine untergeordnete Rolle spielen. Größere Waldbrände wären ohne den Menschen eine extrem seltene Erscheinung. Erst menschliche

Landschaftseingriffe und auslösende Ursachen machen einen Waldbrand zur Katastrophe, in heutiger Zeit verstärkt in ökologischer Hinsicht, weil der Mensch nur noch wenig Wald belassen hat.

In trocken-warmen Klimaten kommt Waldbränden aus natürlichen Gründen eine größere Rolle zu, auch wenn sie hier ebenfalls zum allergrößten Teil durch den Menschen erzeugt werden. Die trockene Kraut- und Strauchschicht brennt schnell ab, ohne Altbäume vollständig zu zerstören, und hinterlässt unbewachsenen und durch die Asche gleichzeitig mineralstoffreichen Boden, in dem neue Bäume keimen können. Mammutbäume lassen ihre Samen erst nach einem Waldbrand fallen, wenn genug Platz für Jungbäume entstanden ist, und sind damit ein Beispiel für die Anpassung an solche Katastrophen und deren Bedeutung in der natürlichen Verjüngung des Waldes. Eukalyptus fördert Waldbrände durch seine hohe Brennbarkeit und profitiert von ihnen, indem die Stümpfe besonders schnell wieder austreiben, noch bevor andere Pflanzen sich erholt haben.

Ein wichtiger Aspekt ist die rechtzeitige Erkennung von Waldbränden, da der zum Löschen nötige Aufwand mit der Zeit exponentiell wächst. Deshalb werden Patrouillen oder in Türmen stationierte Brandwächter eingesetzt. In Deutschland wird seit 2002 zur frühzeitigen Erkennung von Waldbränden ein automatisiertes System zur Rauchererkennung eingesetzt. Dabei wird mittels eines optischen Sensors und einer automatischen Software zur Rauchererkennung ein Brand bereits im Entstehungsstadium (Schwelbrand) erkannt. Das gewählte Prinzip gestattet die Erkennung von Rauchwolken bis zu einer Entfernung von 15 km innerhalb von durchschnittlich vier Minuten. Durch die Übertragung von Bildfolgen und Koordinaten in die Waldbrandzentralen ist eine effektive Einsatzleitung möglich. Mit 174 optischen Sensoren des Systems Firewatch werden in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen die gefährdeten Waldgebiete flächendeckend in den Sommermonaten überwacht. Auch wird die Bevölkerung aufgefordert, gesichtete Waldbrände sofort der Feuerwehr zu melden. Auch von Piloten der Verkehrsflugzeuge werden immer wieder Waldbrände gemeldet. [29]

1.2 Brand- und Klimaschutz

Hitzewellen im Sommer, Dürren, Waldbrände, Überschwemmungen und schneefreie Winter: Wissenschaftler sind der Überzeugung, dass der Klimawandel auch in Deutschland bereits seine Spuren hinterlassen hat. Zu den Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel kann das Anlegen von Wasserspeichern und Löschteichen gehören, um der zunehmenden Gefährdung von Feldern und angrenzenden Wäldern durch Brände bei Trockenheit schnell zu begegnen. Eine einfache Möglichkeit zur effizienten Bekämpfung der Feuersbrunst von Wald- und Torfbränden am Beispiel Russlands beschreibt der nachfolgende Bericht.

1.2.1 Ursachen für die Wald- und Torfbrände

Wald- und Torfbrände gehören zu den unberechenbarsten Katastrophen und der Kampf gegen die Flammen ist oft verzweifelt und aussichtslos. Ausgelöst werden diese Naturkatastrophen durch Blitzeinschläge in Kombination mit langen Dürre- und Trockenperioden. Doch die meisten Waldbrände werden inzwischen allerdings vom Menschen ausgelöst. Und Russland macht da keine Ausnahme. Viele Wälder und Fluren sind übersät mit wilden Feuerstellen, an denen Schaschlik gegrillt wird. Auch achtlos weggeworfene Zigaretten oder Streichhölzer haben dabei schon eine Vielzahl von schweren Bränden verursacht. Weiterhin sind gezielte Brandstiftung und purer Vandalismus weltweit immer öfter schuld an Brandkatastrophen. Experten gehen davon aus, dass nur noch 10 Prozent aller Waldbrände auf eine natürliche Entzündung durch Blitze zurückzuführen sind.

In Russland brennt allerdings nicht nur der Wald, sondern auch der Torfboden, auf dem die Bäume stehen. Torf ist ein organisches Sediment, das überwiegend aus Torfmoosen besteht. Im getrockneten Zustand ist Torf ein exzellenter Brennstoff, genau wie Heu oder Stroh, und erreicht einen Heizwert von 20–22 MegaJoule/kg, ähnlich wie Braunkohle. Und so hält der torfige Untergrund die Feuer in Gang.

1.2.2 Entwässerte Moore begünstigen Brände

Solange die Moore in ihrem ursprünglichen Zustand nass waren, konnten sie nicht brennen. Doch in den letzten 100 Jahren, vor allem nach 1930, sind sie nach

und nach trockengelegt worden. Die gewaltigen Landflächen konnten jetzt als Äcker, Wiesen oder Wälder genutzt werden. Und das sind mehr als 10 Prozent der Fläche Westrusslands, was ungefähr dem 1,2 fachen der Fläche Deutschlands entspricht.

Durch die Grundwasserabsenkung konnte Torf in großen Mengen abgebaut werden, um ihn als fossilen Brennstoff zu nutzen oder als Rohmaterial für den Gartenbedarf nach Mitteleuropa zu exportieren.

So sind im europäischen Russland Regionen entstanden, in der es die größten Torfflächen der Welt gibt und damit sind die Voraussetzungen für verheerende Wald- und Torfbrände gegeben. In der Regel wird Torf dort in Brand geraten, wo das Grundwasser künstlich abgesenkt worden ist, kein Regen in der Trockenperiode fällt und wo ein Waldbrand wütet. Hohe Lufttemperaturen, geringe Luftfeuchtigkeit sowie Wind begünstigen die Entzündung. So kam es 2010 in Russland zu Hunderten dieser riesigen Torffeuern.

Torffeuern sind weltweit ein Dauerproblem. Vor allem in den mächtigen Mooren Südostasiens können sie mehrere Jahre schwelen. In Russland gehen die Brände derzeit nur an wenigen Stellen in tiefere Bodenschichten. Aber auch da braucht es riesige Mengen an Löschwasser, um einen solchen Brand in den Griff zu bekommen.

1.2.3 Verlauf der Wald- und Torfbrände in Westrussland 2010

Insgesamt brannten auf einer Fläche von 196 000 Hektar zwischen Karelien, Woronesch und der Region südöstlich von Moskau geschätzte 700 Feuer. Es waren zeitweise über 240.000 zivile Rettungskräfte, davon 162.000 Feuerwehrleute und mehr als 2.000 Armee-Angehörige sowie 54 Löschflugzeuge im Einsatz. Weiterhin stellte die russische Regierung alle 300 Löschfahrzeuge ihres Heeres zur Verfügung.

Des Weiteren wüteten große Torffeuern in den Moorlandschaften um Moskau, was die Lage zusätzlich verschärfte. In weiten Teilen Russlands herrschte von Ende Juni bis Mitte August 2010 die größte Hitze seit Beginn der Wetteraufzeichnungen vor 130 Jahren. So wurden am 2. August in der Stadt Woronesch 44 Grad Celsius gemessen, in der Region entlang des Stromes Wolga 42 °C, einem der Hauptzentren

der Brandkatastrophe. Die schnelle Ausbreitung der Brände wurde durch den vertrockneten torfigen Untergrund begünstigt.[30]

Die Auswertung von Bildern der NASA-Satelitten Aqua und Terra ergaben Anfang August bis zu 564 tagesgleiche Brände, welche sich am 9. August auf 442 Brände reduzierten. Am 14. August 2010 wurden jedoch immer noch 368 Wald- und Torfbrände in Russland registriert. So erklärte das russische Katastrophenministerium im August 2010, dass wohl 239 bestehende Feuer gelöscht wurden, jedoch innerhalb der vergangenen 24 Stunden 247 neue Brände ausgebrochen sind. Damit ist die Dramatik dieser katastrophalen Brände nicht mehr zu überbieten. Selbst der russische Ministerpräsident Wladimir Putin hat sich am 10. August 2010 höchstpersönlich als Feuerbekämpfer erfolgreich betätigt, indem er als Co-Pilot die Wasserladung eines Löschflugzeuges zielgenau über einer Feuerbrunst im Gebiet Rjasan, ca. 150 km südöstlich von Moskau, abwarf.

1.2.4 Schadensbilanz

Laut offiziellen Angaben forderten die großflächigen Wald- und Torfbrände in Westrussland im Juli und August 2010 mindestens 62 Tote, wobei Hilfsorganisationen von mehr Opfern ausgehen. Ganze 52 Dörfer und 3.200 Häuser wurden vernichtet. Nach längerem Zögern räumten die russischen Behörden ein, dass die Brände auch in radioaktiv verstrahlten Gebieten wüteten. Allein in der Region Brjansk wurden 28 Wald- und Torfbrände auf einer Fläche von 269 Hektar am 06. August 2010 gezählt. Diese Umgebung, nahe dem Grenzgebiet zur Ukraine und Weißrussland, gehört zu den gefährlichsten Gebieten der Welt. Bekanntlich kam es dort 1986 zur Atomreaktor-Katastrophe von Tschernobyl. Zudem hatte es auch in anderen radioaktiv verstrahlten Gegenden gebrannt, wie etwa in Tscheljabinsk am Ural, wo sich ebenfalls mehrere Reaktoranlagen befinden. Ebenso ist ein weiteres, befürchtetes Szenario eingetroffen: Die Brände haben auch das stark radioaktiv kontaminierte Gebiet von Majak erreicht. Dort hatte sich 1957 eine atomare Katastrophe in der Wiederaufbereitungsanlage und dem Lager von radioaktivem Material ereignet.

Die wochenlang andauernden Wald- und Torfbrände hatten darüber hinaus alarmierende Folgen für das Weltklima. Nach Schätzungen des GeoBio-Centers der Ludwig-Maximilians-Universität in München wurden bis zu 100 Millionen Tonnen klimaschädigendes Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Das entspricht ca. 12 Prozent der Jahresemission Deutschlands.

Verheerende Auswirkungen hatten insbesondere die Torfbrände, deren Schadstoffbelastung um ein Vielfaches höher ist als die aus brennenden Wäldern. Der dichte Qualm aus brennenden Mooren enthält neben dem Kohlenstoffdioxid das äußerst giftige Gas Kohlenstoffmonoxid. Hinzu kommt noch eine extreme Feinstaubbelastung (Rauchpartikel), welche vermutlich Tausenden von Menschen das Leben kostete.

Der Feinstaub der Torfbrände hatte nicht nur schlimme Auswirkungen für die Menschen und Tiere in der Katastrophen-Region. Die Gefahr für das Klima wird durch die freigesetzten Rußpartikel zusätzlich verstärkt. Denn die extrem feinen Partikel halten sich sehr lange in der Atmosphäre und können bis zur Arktis getragen werden, wo sie die Eisschmelze weiter beschleunigen. Das wäre dann ein weiterer, sehr unerwünschter Klimaeffekt.

Der Heizwert des verbrannten fossilen Materials liegt bei ca. 500 PetaJoule, das sind 500 Billionen Joule. Rechnet man diese Energiemenge äquivalent auf Heizöl um, dann ist ein Energiepotenzial in Höhe von ca. 14 Milliarden Euro nutzlos verbrannt worden.

Ökonomisch bedeuten die Brände für die russische Regierung hohe Einbußen, da es mindestens etwa 50 Jahre, eher 100 Jahre dauern wird, bis in den Brandgebieten wieder Nutzungskonzessionen für den Holzeinschlag vergeben werden können.

Russland gehört neben der Europäischen Union, Australien und der USA zu den weltgrößten Getreide-Exporteuren mit einem Exportumfang von jährlich rund 22 Millionen Tonnen. Die russische Regierung verhängte am 5. August 2010 ein Exportverbot für Getreide aufgrund der Dürren und Brände. Der russische Getreideausfall durch Brände und Dürren lag bei rund 30 Prozent, was einer Tonnage von mehr als 30 Millionen entspricht. Dadurch stiegen die Weltmarktpreise für

Getreide, insbesondere bei Weizen, ab Juli 2010 rasant an. Die Brotpreise sind innerhalb kurzer Zeit um deutlich über 20 % gestiegen, teilweise um bis zu 35 %.

Experten aus Russland, ebenso aus Westeuropa, schätzen den materiellen und volkswirtschaftlichen Schaden durch die Wald- und Torfbrände im Sommer 2010 in Westrussland auf mehr als 30 Milliarden Euro.

Neben den Waldbränden im europäischen Russland standen auch im Fernen Osten des Landes weite Gebiete in Flammen. Nach Angaben der Umweltorganisation Greenpeace seien landesweit den Flammen mindestens 12 Millionen Hektar zum Opfer gefallen und damit eine Fläche größer als der gesamte Waldbestand Deutschlands. Greenpeace schätzt die Waldschäden 2010 in Russland auf mehr als 200 Milliarden Euro, also deutlich höher als von den russischen Behörden angegeben. Nach amtlichen Angaben hat es landesweit etwa 30.000 Waldbrandherde auf einer Fläche von mehr als 1,246 Millionen Hektar gegeben.

Die Katastrophe könne sich in Russland jederzeit wiederholen, warnte Greenpeace Ende August 2010. Tatsache ist, dass seit Beginn des Jahres 2011 landesweit 11.060 Naturbrände ausgebrochen sind, welche bereits eine Gesamtfläche von 618.000 Hektar Wald zerstörten. Das ist nahezu dreimal mehr gegenüber dem Vergleichszeitraum Januar bis Mai des Vorjahres 2010 als 215.000 Hektar Wald zerstört wurden, so die Mitteilung des Zivilschutzministerium Russlands am 07. Juni 2011. Besonders kompliziert war die Lage in der Region Krasnojarsk und dem Gebiet Irkutsk. Dort loderten neun größere Brände auf einer Fläche von 11.590 Hektar. Die Brände wurden nach Aussage des sibirischen Zentrums des Zivilschutzministeriums hauptsächlich von Aktivitäten der örtlichen Einwohner verursacht, obwohl von den sibirischen Behörden rund 1.500 Posten eingerichtet worden sind, die den Zugang zu den Wäldern einschränken und die Lage beobachten.

1.2.5 Hauptproblem für die Brandbekämpfung ist fehlendes Löschwasser

Die Löschwasserversorgung für die Feuerwehren ist unzureichend. Ein Teil der Wald- und Torfbrände wütete fernab jeglicher Zivilisation und in schlecht erreichbaren Regionen. Die vorjährigen Erfahrungen zeigen, dass die meisten Brände auf verlassenen Feldern und Großkahlschlägen entstanden waren. Es handelte sich

bei der Feuerbildung anfangs um Grasbrände, die sich erst danach auf die Wälder ausbreiteten. Dort, wo Land- und Forstwirtschaft gut funktionieren, dort, wo eine verantwortungsvolle und nachhaltige Landnutzung betrieben wird, gab es keine solchen Feuerkatastrophen im Gegensatz zu den Brachlandflächen. Die Aufgabe von agrarisch genutzten Kulturlächen, dann großflächige Kahlschläge, illegaler Holzeinschlag und die starke Übernutzung der Wälder im Sinne einer „Ausbeutungsressource“ haben maßgeblich zu der prekären Lage beigetragen, was vielerorts zu einer Verbuschung und Versteppung führte, wodurch sich die Feuer schnell ausbreiten konnten. Und fatalerweise ist in diesen Gebieten die erforderliche Löschwasservorhaltung in aller Regel nicht gegeben.

Wasserentnahmestellen aus Bächen, Kanälen oder Wassergräben waren dort entweder nicht vorhanden oder vertrocknet. So musste das dringend benötigte Löschwasser durch Tankfahrzeuge und Löschflugzeuge teilweise über weite Strecken an die verschiedenen Brandherde aufwändig herangeführt werden.

Dadurch konnten sich die Flammen meist ungehindert kilometerweit durch Russlands brachliegende und teils versteppte Fluren fressen, um dann mit der gesamten Feuersbrunst auf die Wälder überzuspringen. Die Flammen bleiben oftmals nicht nur am Boden, sondern es entstehen die alles vernichtenden Baumkronenfeuer. Die Flammen schlagen von Krone zu Krone und solche Brände nehmen dann schnell riesige Dimensionen an.

Dies ist einer der Hauptgründe, weshalb selbst nach mehr als zwei Monaten die etwa 250.000 Rettungskräfte die verheerenden Feld-, Steppen-, Busch-, Wald- und Torfbrände immer noch nicht in den Griff bekamen. Auch die Effizienz des Einsatzes der 54 Löschflugzeuge und der 300 Löschfahrzeuge wurde deutlich überschätzt. Gegen solche Katastrophenfeuer, wie sie 2010 im europäischen Russland herrschten, können Löschflugzeuge und Löschfahrzeuge nur in einem sehr geringen Umfang einen effizienten Beitrag zur Brandbekämpfung leisten.

Bei der Bekämpfung von Feld-, Steppen-, Busch-, Wald- und Torfbränden ist schnelles Handeln entscheidend, denn hier zählt jede Sekunde. Deshalb ist es erforderlich, in dichten Abständen Wasserentnahmestellen für eine kontinuierliche

und ausreichende Löschwasserversorgung der Feuerwehren bereitzuhalten. Allgemeines Ziel muss es sein, die Brände so früh wie möglich zu lokalisieren, sie dann ohne Zeitverlust erfolgreich zu bekämpfen, um die Entwicklung größerer Brandereignisse zu verhindern. Mit einer solchen Strategie werden Schäden für Mensch, Natur und Umwelt so gering wie möglich gehalten.

1.2.6 Ausblick

Wald- und Torfbrandkatastrophen sind Ereignisse, die nicht vermeidbar sind. Moderne Löschfahrzeuge und Löschflugzeuge sowie zusätzliches Personal lösen das Problem der Feld-, Wald- und Torfbrände in Russland nur wenig. Entscheidend bei der Bekämpfung dieser Brandkatastrophen ist eine breit angelegte und jederzeit verfügbare Löschwasserversorgung. Hierzu soll die vorliegende Projekt-Studie einen Beitrag leisten, um zukünftige Feld-, Wald- und Torfbrände vor allem in Russland besser unter Kontrolle zu bekommen. Immense materielle Schäden werden dadurch gemindert und menschliches Leid gelindert. Parallel dazu werden die riesigen Mengen an freigesetztem Kohlenstoff, welcher signifikant in seiner gasförmigen Modifikation als Kohlenstoffdioxid zur Erderwärmung beiträgt, deutlich reduziert (Klimaschutz).

Die Vorbeugung solcher Brandkatastrophen darf nicht nur auf technische Maßnahmen beschränkt bleiben, sondern sie ist ebenso eine große gesellschaftliche Aufgabe. Wir müssen wieder lernen, unsere Kulturlandschaften nach ökologischen Prinzipien und vor allem nachhaltig zu bewirtschaften sowie mit der Natur sorgfältig umzugehen.

Für den Natur- und Umweltschutz ist von zusätzlicher Bedeutung, dass auf diesem Weg quasi als Nebeneffekt neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen geschaffen werden. Eine unermesslich große Zahl an Fischhabitaten könnte entstehen. Dies wäre ein möglicher großer Erfolg für die Ichthyologie allgemein. [31,32]

Schlussfolgerung

Verantwortlichkeiten für die Waldbrandbekämpfung müssen klar zugewiesen werden, eine Koordination zwischen den verschiedenen Stellen muss vorab

gewährleistet sein. Für die Waldbrandüberwachung müssen ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, um Waldbrände frühzeitig zu erkennen und bereits im Anfangsstadium bekämpfen zu können. Szenarien über Waldbrandabläufe sollten ebenso wie Ausbildungsprogramme entwickelt werden, um die Einsatzkräfte entsprechend vorzubereiten.

Um effektive und effiziente, an die regionalen Gegebenheiten angepasste Strategien im Umgang mit Waldbränden zu entwickeln, ist eine Evaluation der Kosten und Folgekosten von Waldbränden notwendig. Auf dieser Basis lässt sich entscheiden, wo beispielsweise in feuerabhängigen Ökosystemen eine Waldbrandbekämpfung aus wirtschaftlichen Gründen notwendig ist und in welchem Fall man Waldbrände aus ökonomischen und ökologischen Gründen zulassen kann.